

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв
«До захисту допущено»

Завідувач кафедри МАХНВ

_____ Я.М.

Корнієнко

“ _____ ” _____ 2019 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ
На здобуття ступеня бакалавра

Напрямок підготовки: 13 Машинобудування

Спеціальність: 133 – Галузеве машинобудування

Програма професійного спрямування: Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів

Спеціалізація: Інжиніринг, обладнання та технології хімічних та нафтопереробних виробництв

на тему: Модернізація першої групи циліндрів сушильної частини картоноробної машини. Комплексний

Виконала студентка IV курсу, групи ЛБ-51

Грицюк Галина Іванівна _____
(підпис)

Керівник проекту канд. техн. наук, ст. викл О.А. Новохат _____
(підпис)

Консультанти:
з охорони праці канд. техн. наук, доцент І.М. Ковтун _____
(підпис)

Консультанти:
з економіки канд. техн. наук, ст. викл С.В. Гулієнко _____
(підпис)

Рецензент _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студентка _____ Г. І. Грицюк
Київ – 2019

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**

імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки: 13 Машинобудування

Спеціальність: 133 - Галузеве машинобудування

Програма професійного спрямування: Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів

Спеціалізація: Інжиніринг, обладнання та технології хімічних та нафтопереробних виробництв

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Я.М.Корнієнко

“ ____ ” _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студентці

Грицюк Галина Іванівна

1. Тема проекту: Модернізація першої групи циліндрів сушильної частини картоноробної машини. Комплексний

керівник проекту Новохат Олег Анатолійович, кандидат технічних наук, старший викладач

затверджена наказом по університету від «22» травня 2019 р. № 1323-с

2. Термін здачі студентом закінченого проекту: 31 травня 2019 р.

3. Вихідні дані до проекту: Модернізація першої групи циліндрів сушильної частини картоноробної машини. Швидкість машини – 8,3 м/с, обрізна ширина

машини – 4,2 м, маса 1 м² картону – 0,18 кг/ м², початкова сухість картону – 46%, сухість в кінці першої сушильної групи – 52%, сухість на накаті – 94%.

4. Перелік питань, які мають бути розроблені:

а) основна частина: розглянути існуючі конструкції сушильних груп, обґрунтувати вибір конструкції апарата; проаналізувати обрану конструкцію в порівнянні з кращими вітчизняними та світовими аналогами; здійснити розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції: параметричний, розрахунки на міцність і надійність елементів конструкції апарату; виконати складальні кресленики сушильної групи та її основних складальних одиниць і деталей; розробити рекомендації щодо монтажу та експлуатації сушильної групи; здійснити оцінку рівня стандартизації та уніфікації розробки.

б) економічна частина: обґрунтувати модернізацію розробленої конструкції та оцінити її ефективність;

в) охорона праці: провести аналіз відповідності апарата до вимог охорони праці, викласти основні вимоги безпечної експлуатації апарата.

5. Перелік графічного (ілюстрованого) матеріалу: складальні креслення: сушильна група двоярусна – А2×3; сушильний циліндр – А1; установка інфрачервоних випромінювачів – А1, А1; інфрачервоний випромінювач – А3; паровпускна головка – А2×5; кришка – А1.

6. Консультанти:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Ковтун І.М.		
Очікувані техніко-економічні показники застосування установки	Гулієнко С. В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	2	3	4
1	Узгодження теми, вихідних даних, визначення джерел інформації. Обґрунтування актуальності проекту.	16.04.2019	
2	Патентне дослідження. Формування змісту модернізації (на основі зміни технологічної схеми, конструкції апарату, його елементів, речовин).	18.04.2019	
3	Опис установки. Схема установки. Вибір і опис конструкції сушильної групи. Технічна характеристика сушильної групи та сушильного циліндра. Добір матеріалів.	20.04.2019	
4	Параметричний розрахунок сушильної групи	22.04.2019	
5	Розробка складальних креслень апарату і його складальних одиниць. Добір конструктивних параметрів конструктивних елементів апарату.	24.05.2019	
6	Розрахунки на міцність та жорсткість сушильного циліндра. Розробка алгоритмів та програм розрахунку. Розрахунок підшипників та потужності приводу.	26.04.2019	
7	Уточнення графічної частини проекту та специфікацій.	15.05.2019	
8	Обґрунтування економічної доцільності модернізації.	20.05.2019	
9	Розробка вимог до апарату з питань охорони праці.	22.05.2019	

- | | | |
|----|---|------------|
| 10 | Оформлення пояснювальної записки. Перевірка відповідності проекту діючим нормам за змістом і оформленням. Підготовка до захисту. Складення плану викладення доповіді, окремих питань. | 30.05.2019 |
| 11 | Попередній захист проекту. | 01.06.2019 |
| 12 | Корегування проекту за результатами попереднього захисту. Отримання рецензії, відзиву. Підготовка до захисту. | 10.06.2019 |

Студент

(підпис) Г. І. Грицюк

Керівник дипломного проекту

(підпис) О.А.Новохат

Реферат

УДК 676.2.052

Дипломний проект освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр” на тему: “Модернізація першої групи сушильних циліндрів картоноробної машини. Комплексний”. Керівник: Новохат О.А. – К., КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019 – 88 с. Виконавець: Грицюк Г. І. – Бібліогр.: 87 с..

Проект складається з вступу, восьми розділів, висновків, переліку посилань з 14 найменувань та 4 додатків. Загальний обсяг проекту становить 122 аркуш основного тексту, 32 рисунки, 9 таблиць.

Метою проекту є модернізація першої сушильної групи картоноробної машини. Розроблена сушильна група дозволяє зменшити витрати грійної пари і кількості сушильних циліндрів. В проекті розроблено сушильну групу картоноробної машини, виконано її теплові та енергетичні розрахунки. Проведено конструктивні розрахунки основних елементів конструкції: сушильного циліндра, основних елементів сушильного циліндру, інфрачервоного випромінювача. Виконано розрахунок потужності привода.

МАШИНА КАРТОНОРОБНА, ЧАСТИНА СУШИЛЬНА, ЦИЛІНДР СУШИЛЬНИЙ, ІНФРАЧЕРВОНІЙ ВИПРОМІНЮВАЧ.

Реферат

УДК 676.2.052

Дипломний проект освітньо - кваліфікаційного рівня "бакалавр" на тему: "Перша група сушильної частини картоноделательної машини. Комплексний". Руководитель: Новохат О.А. - К., КПІ ім. Ігоря Сикорського , 2019 - 88 с . Исполнитель : Карпенко Е.А. - Библиогр . : С.86 .

Проект состоит из введения, восьми глав, заключения, списка ссылок из 14 наименований и 4 приложений. Общий объем проекта составляет 122 лист основного текста, 32 рисунка, 9 таблиц.

Целью проекта является модернизация сушильной группы картоноделательной машины. Разработанная сушильная группа позволяет уменьшить количество греющего пара и количество сушильных цилиндров. В проекте разработана сушильная группа картоноделательной машины, выполнены ее тепловые и энергетические расчеты. Проведены конструктивные расчеты основных элементов конструкции: сушильного цилиндра, основных элементов сушильного цилиндра,

паровпускной головки и инфракрасного излучателя. Выполнен расчет мощности привода.

МАШИНА КАРТОНОДЕЛАТЕЛЬНАЯ, ЧАСТЬ СУШИЛЬНАЯ , ЦИЛИНДР СУШИЛЬНЫЙ, ГОЛОВКА ПАРОВПУСКНАЯ.

Abstract

UDC 676.2.052

The Bachelor Diploma project on the theme: “Modernisation of first group of cylinders of drying section of cardboard machine. Complex” / National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”; Scientific supervisor – O. Novokhat. – K., 2019. – 88 p. Developer: H. Hritsiuk – Bibliography: 86 p.

The explanatory note consists of an introduction, 8 chapters and a conclusion. The total volume is 122 pages of the main text, 32 illustrations, 9 tables, a list of references of 14 names and 4 appendices.

The objective of the diploma project is the modernisation of the first group of cylinders of drying section of cardboard machine. The designed drying group allows to decrease the amount of heating steam and amount of drying cylinders.

In the diploma project the drying part of a cardboard machine has been designed, its thermal and energy calculations have been made. Structural calculations of the following basic design elements as drying cylinder, main parts of a drying cylinder, an infrared

emitter and heating head have been conducted. The calculation of a drive power has been made.

CARDBOARD MACHINE, DRYING, DRYING PART, DRYING GROUP,
DRYING CYLINDER.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО”**

**Інженерно-хімічний факультет
Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ**

на здобуття ступеня бакалавра

Напрямок підготовки: 13 Машинобудування

Спеціальність: 133 Галузеве машинобудування

Програма професійного спрямування: Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів

Спеціалізація: Інжиніринг, обладнання та технології хімічних та нафтопереробних виробництв

на тему: Модернізація першої групи циліндрів сушильної частини

картоноробної машини. Комплексний

Студент
Керівник дипломного проекту

Г. І. Грицюк
О.А. Новохат

Київ – 2019

Зміст

Перелік умовних позначень, скорочень та термінів.....	11
Вступ.....	13
1 Призначення та область використання сушильної групи КРМ	15
1.1 Опис технологічного процесу.....	15
1.2 Вибір типу установки, апаратів, їх місце в технологічній схемі	22
2 Технічна характеристика.....	25
3 Опис та обґрунтування обраної конструкції.....	26
3.1 Опис конструкції, основних складальних одиниць та деталей.....	26
3.2 Вибір матеріалів	30
3.3 Порівняння основних показників сушильної групи з аналогом	31
3.4 Патентне дослідження	31

	4 Охорона праці				40
					ЛБ515441.001 ПЗ	
Изм.	4.1	Лист	Повітря	роб.	Підпис	Дата
Разраб.	Грицюк					
Провер.	Новохат					
	4.2	Виробниче освітлення			Перша група циліндрів сушильної частини картоноробної машини	Лит. Лист Листов
						41
Н. Контр.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ кафедра МАХНВ
Утверд.						

4.3 Виробничий шум.....	42
4.4 Вплив вібрації.....	42
4.5 Електробезпека.....	43
4.6 Пожежна безпека.....	44
5 Розрахунки, які підтверджують працездатність та надійність конструкції.....	47
5.1 Технологічний розрахунок першої групи сушильних циліндрів.....	47
5.2 Розрахунок паровпускної головки	53
5.3 Розрахунок сушильного циліндра на міцність.....	55
5.4 Вибір та розрахунок підшипників.....	67
5.5 Визначення потужності приводу.....	69
6. Рекомендації щодо монтажу та експлуатації першої сушильної групи.....	73
7 Рівень стандартизації та уніфікації	76
8 Техніко-економічне обґрунтування модернізації.....	77
8.1 Обґрунтування доцільності проведення вдосконалення	77
8.2 Розрахунки витрат на проведення проектно-конструкторських робіт по удосконаленню базової конструкції	79
Висновки	83
Выводы.....	84
Conclusions	85

Перелік посилань.....	86
Додаток А Документація до патентного дослідження.....	88
Додаток Б Комп'ютерний розрахунок цапф	95
Додаток В Патенти, які використані в патентному дослідженні.....	98
Додаток Г Публікації автора.....	112

Перелік умовних позначень, скорочень та термінів

Умовні скорочення:

КРМ – картоноробна машина;

ПРМ – папероробна машина;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

ІЧВ – інфрачервоні випромінювачі;

ЦПВ – целюлозно-паперове виробництво;

ДСТУ – державний стандарт України;

ГОСТ – “государственный стандарт”;

ТУ – технічні умови;

кафедра МАХНВ – кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв;

ІХФ – інженерно-хімічний факультет;

КПІ ім. Ігоря Сікорського – Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського;

США – Сполучені Штати Америки;

ППР – планово-попереджувальний ремонт.

Умовні позначення:

D, d – діаметри, м;

L, l, A – відстані, м;

p – тиск, Па;

q – маса 1 м² картону, кг/м²;

S – натяг сітки, Н/м.

v – швидкість машини, м/с;

δ – товщина стінки, м;

c – питома масова теплоємність, Дж/(кг·К);

K – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К);

Q – теплове навантаження, Вт;

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

R_n – газова стала для пари, Дж/(кг·К);

t – температура, К, °С;

U – вологовміст, кг/кг;

α – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м²·К);

λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К);

ψ – коефіцієнт використання тепла;

S_n – сухість полотна;

B – обрізна ширина картону, м;

G – продуктивність, кг/с;

F – площа, м²;

φ_u – доля обхвату сушильного циліндра полотном;

q – питомий тепловий потік, Вт/(м²·К);

r – питома теплота пароутворення, Дж/кг;

m – маса, кг;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

γ – питома вага води, Н/с³;

R – реакція опори, Н;

ρ – густина матеріалу, кг/м³;

M – згинаючий момент, Н·м;

W – момент опору, м⁻³;

σ – напруження, Па.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

В сучасному світі існує тенденція відмови від пластику і переходу на екологічно безпечний картон, тому щороку збільшуються обсяги його виробництва. Сушильна частина картоноробної машини (КРМ) є одним з найбільш енергозатратних етапів виготовлення картону. Найпоширенішим методом сушіння картону є контактний на сушильних циліндрах. Проте він має ряд недоліків, таких як велика металоємність та висока вартість обладнання. Під час сушіння картону в періоді прогріву багато теплоти витрачається на його нагрів, що зменшує інтенсивність сушіння та збільшує кількість сушильних циліндрів. У зв'язку з цим виникає необхідність модернізації першої сушильної групи КРМ зі зменшенням сушильних циліндрів. Отже, модернізація першої сушильної групи і, відповідно, тема дипломного проекту є актуальними.

Метою дипломного проекту є розробка та модернізація першої сушильної групи сушильних циліндрів КРМ для сушіння картону масою $0,18 \text{ кг/м}^2$, зі швидкістю полотна $8,7 \text{ м/с}$ та обрізною шириною $4,2 \text{ м}$. Суть вдосконалення полягає у встановленні додаткових нагрівних елементів між сушильними циліндрами – інфрачервоних випромінювачів. Завдяки цьому, картон швидше нагрівається до температури першого періоду сушіння, зменшується кількість сушильних циліндрів та, відповідно, витрата грійної пари.

Поставлена мета досягається вирішенням ряду завдань, а саме:

- проведення аналізу існуючих конструкцій та вибір складових частин, які задовольняють вимогам сучасної промисловості;
- відповідність розроблювальної конструкції вимогам охорони праці;
- визначення кількості сушильних циліндрів та нагрівачів для досягнення заданої сухості;
- визначення активної поверхні теплообміну сушильного циліндра;
- розрахунок паровпускної головки;
- визначення силових факторів, що діють на циліндр;
- розрахунок корпусу циліндра на міцність;

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розрахунок на міцність кришки циліндра;
- розрахунок на міцність цапф циліндра;
- перевірка болтів на міцність за амплітудою та максимальними напруженнями;
- підбір підшипників кочення та розрахунок їх за динамічною вантажопідйомністю;
- розрахунок потужності приводу;
- рекомендації щодо виготовлення, монтажу та експлуатації;
- проведення економічного обґрунтування доцільності вдосконалення сушильної групи КРМ.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Призначення та область застосування першої сушильної групи сушильної частини КРМ

Сушильна частина застосовується у целюлозно-паперовому виробництві для сушіння картону і паперу.

Перша сушильна група сушильної частини КРМ призначена для нагрівання та сушіння картону після пресування до заданої сухості полотна. Під час сушіння відбувається не тільки видалення вологи з картону, а й ущільнення волокон, завдяки чому збільшується механічна міцність і гладкість картону.

1.1 Опис технологічного процесу

Схема виготовлення картону на КРМ показана на рис. 1.1.

Виробництво картону складається з багатьох операцій, які здійснюють на такому обладнанні:

- формуюча частина, яка містить в собі напірний ящик і сіткову частину;
- пресова частина;
- сушильна частина;
- оздоблювальна частина, до складу якої входять холодильні циліндри, каландр і накат.

Першим етапом виготовлення картону на КРМ є формування картонної маси. Для цього масу спочатку очищають від сторонніх інгредієнтів, тобто здійснюють тонке очищення. Целюлозу і макулатуру укладають в гідророзбивач і заливають воду. У цьому апараті подрібнюють макулатуру і поділяють на волокна. Отриману суспензію пропускають через сито, яке має великі вічка. Тут відбувається видалення грубих домішок, а також скріпок, піску і скла [1].

Вакуум-формуюча частина призначена для відливання і зневоднення елементарних шарів з подальшим їх з'єднанням в картонне полотно масою 1 м²

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

від 140 г до 510 г. Для відливання елементарного шару, для кожного вакуум-формеру з кільцевого масопроводу подається маса заданої композиції.

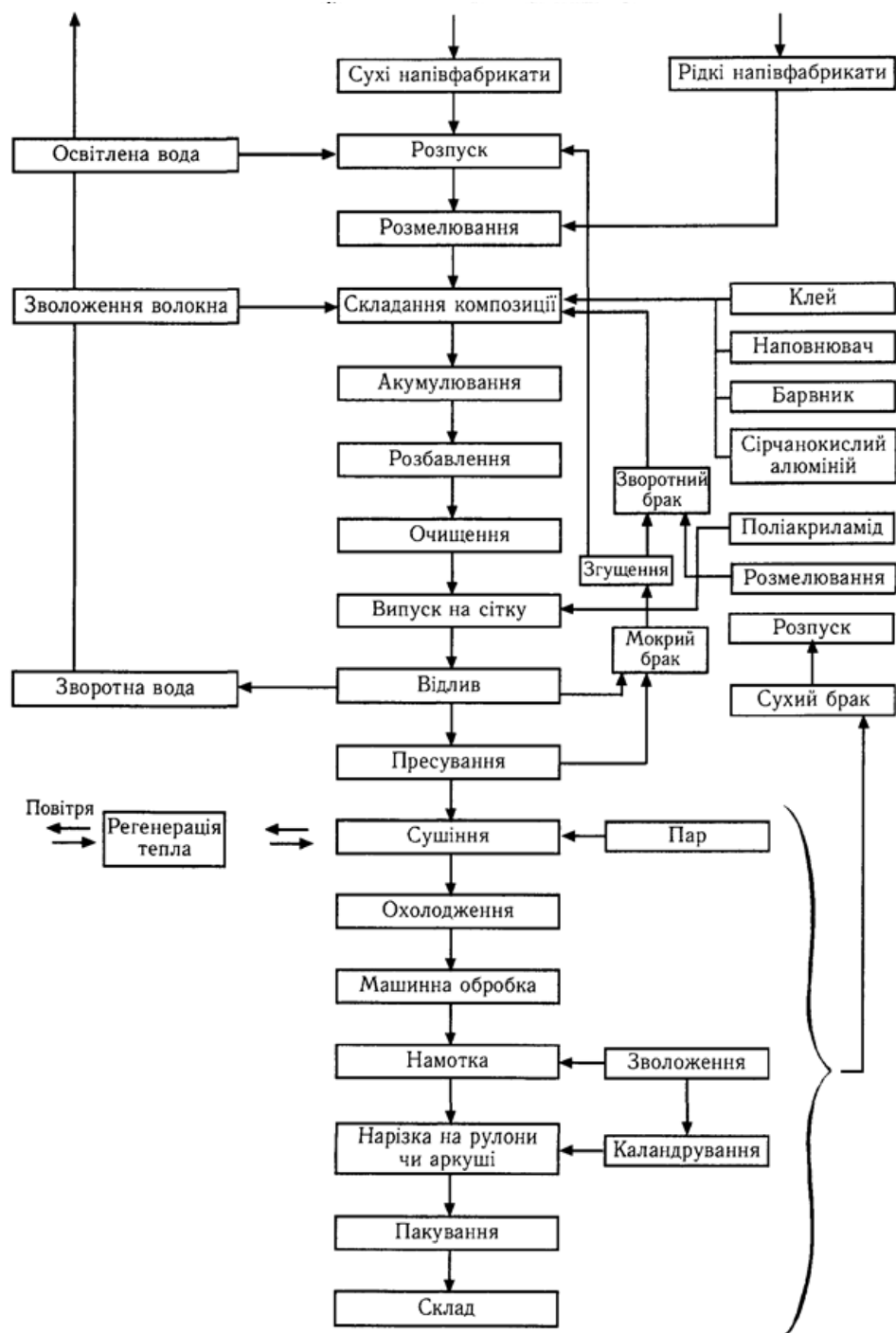
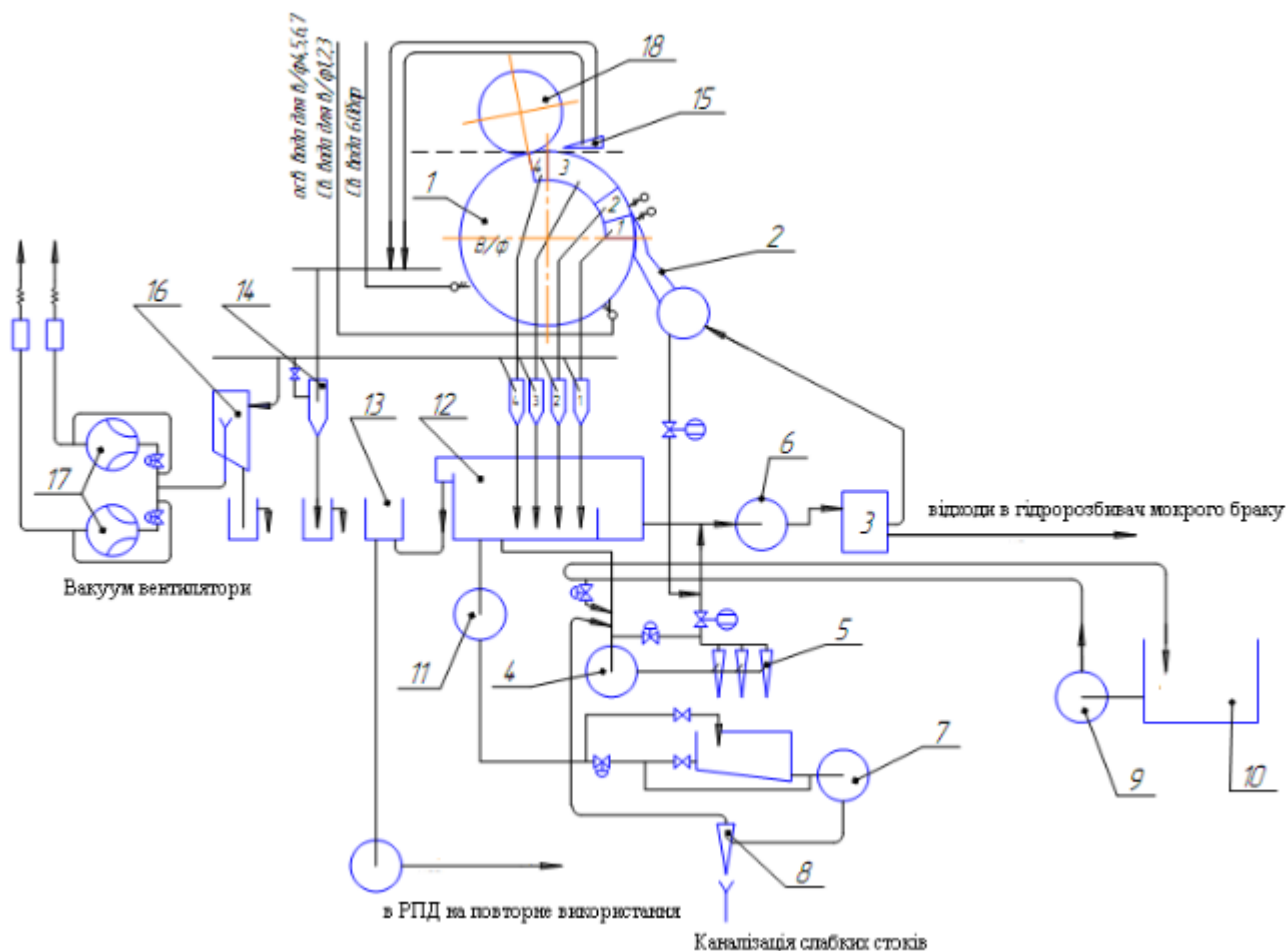


Рисунок 1.1 – Схема КРМ для виготовлення картону

Вакуум-формуєча частина складається з багатоциліндрової формуєчої частини, яка складається з вакуум-формуєчих пристроїв, в комплект яких входять напускні пристрої для подавання маси на формуєчі циліндри. Кожен з масних потоків, призначених для подавання маси на формуєчі циліндри,

оснащений автономною системою очищення, ємностями для води, насосами. Схема вакуум-формеру зображена на рисунку 1.2.



- 1 – вакуум-формер; 2 – напускний пристрій; 3 – вертикальна сортувалка;
 4 – перший змішувальний насос; 5 – перша ступінь конічних очисників;
 6 – другий змішувальний насос; 7 – насос другого ступеня очищення;
 8 – друга ступінь конічних очисників; 9 – масний насос; 10 – машинний басейн;
 11 – насос надлишкової зворотної води; 12 – бак підсіткової води;
 13 – збірник вод, що повторно використовується; 14 – водовідділювач;
 15 – щілинний відсмоктуючий пристрій; 16 – водовідділювач основний;
 17 – вакуумні вентилятори; 18 – притискний валик.

Рисунок 1.2 – Схема вакуум-формеру

Надходження маси на сітку забезпечується напірним ящиком. Він подає підготовлену картонну масу на рухому сітку рівномірним тонким шаром. На сітковій частині здійснюється формування картонного полотна і видалення

великої частини води шляхом її стікання під впливом незначного напору маси на сітці, сили тяжіння, завдяки відсмоктуючій дії валиків і гідропланок і створенням вакууму між сіткою і гідропланками. Утворений вологий шар волокон піддається подальшому зневодненню і формуванню на відсмоктуючих ящиках. Це відбувається під впливом вакууму, що створюється вакуумним насосом або вентилятором, який встановлений на відсмоктуючих ящиках і на гауч-валі.

Спочатку йде формування поверхневого шару картону, який може складатися з одного або двох елементарних шарів, тобто формуватися на одному або двох вакуум-формерах. Потім формується підшар, який складається з одного елементарного шару. Далі формуються елементарні шари середнього шару, який, в залежності від маси 1 м^2 картону, може складатися з трьох елементарних шарів. І, нарешті, формується нижній шар картону.

Спочатку йде нижній шар, який прикріплюється до знімного сукна; потім середній шар, який з'єднується з нижнім; далі підшар з'єднується із середнім шаром і, нарешті, поверхневий шар з'єднується з підшаром.

Після формуючої частини картонне полотно надходить в пресову, що складається зазвичай з декількох пресів. Тут воно послідовно зневоднюється до кінцевої сухості 30 – 42%. Для посилення зневоднення полотна в пресовій частині застосовують преси з жолобчастими валами і підвищеним лінійним тиском між ними. Важливе значення для зневоднення полотна має правильний підбір сукна та їх кондиціонування. Картонне полотно, сформоване на сітковій частині, автоматично вакуум-пересмоктуючим пристроєм передається на сукно пресової частини. Сучасні конструкції комбінованих багатовальних пресів забезпечують проходження картону без вільних ділянок (ділянок, де полотно картону не підтримується сукном), що дозволяє перемістити картонне полотно в пресовій частині без обривів і провисання.

Пресування відіграє важливу роль в з'єднанні елементарних шарів картону. Від сухості картонного полотна залежить підвищення продуктивності КРМ, зниження витрати пари, а отже, і економічність роботи картоноробної машини.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для створення необхідного тиску в зоні пресування кожен прес має пневматичний механізм притискання валів. Притискання пресів здійснюється згідно з діаграмами навантажень, що знаходяться на пультах керування кожного преса.

Після пресування картонне полотно поступає на сушильну частину. Тут картон висушується за допомогою кількох груп сушильних циліндрів. Інтенсифікація процесу теплообміну забезпечується створенням турбулентного потоку. Завдяки сушильній частині КРМ збільшується сухість картонного полотна до 94 – 96% та підвищується гладкість картону. Також сушильна частина призначена для транспортування полотна від пресової частини до оздоблювальної частини машини.

За приводом сушильна частина поділяється на 8 груп: I приводна група включає 11 сушильних циліндрів, II-VII приводні групи – по 12 сушильних циліндрів кожна, VIII складається з 10 сушильних і 2 холодильних циліндрів.

Між VI та VII приводними сушильними групами встановлено клеїльний прес похилого типу. Картон підводиться до валів зверху. Нижній вал преса – прогумований, встановлений на поворотних опорах і притискається до другого за допомогою пневматичного мембранного механізму; верхній вал – зі стонітовим покриттям – встановлений на нерухомих опорах. Залежно від необхідних властивостей картону можлива різна комбінація встановлюваних валів. Стандартна комбінація: верхній вал – зі стонітовим покриттям, нижній – прогумований, можлива установка і верхнього і нижнього гумованих валів.

Картонне полотно надходить на клеїльний прес за сухості (85–92)%. Крохмальний катіонний клей та клей для поверхневого проклеювання за температури (40–60) °С (у разі якщо клей приготовлений на хімділянці) або за температури (55– 65) °С (у разі якщо клей приготовлений на станції приготування крохмального клею) наноситься на полотно картону двома сприсковими трубами, розташованими над валами преса і проходить через вали. Надлишок клею через воронку подається на вібросито, звідки надходить в бак крохмального клею, а потім насосом подається на сприскові труби.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Щоб уникнути утворення складок, картонне полотно після клеїльного преса, рівномірно розправляється за шириною за допомогою розгінного вала і надходить в досушувальну частину з роздільним паро постачанням верхніх і нижніх циліндрів. Роздільне паро постачання дозволяє створити різну температуру верхніх і нижніх циліндрів і тим самим вирівняти вологість поверхневого і нижнього шарів картону.

Для виготовлення пігментованих видів картону існує технологія виробництва картону-основи без проклеювання та з проклеюванням в масі.

Всі сушильні групи забезпечені синтетичними сітками: окремо для верхніх і нижніх циліндрів. Для підтримання чистоти сіток, видалення накопичень забруднень, забезпечення ефективного видалення вологи з 1-ої по 3-ту групи передбачена періодична промивка сушильних сіток хімічними реагентами. Промивання проводиться під час зупинок на планово-попереджувальні ремонти. Для продувки синтетичних сіток передбачені сіткопродувні камери. Найбільший (надлишковий) робочий тиск пари в сушильних циліндрах $P_{\text{над}} = 0,5 \text{ МПа}$.

За секціями сушильних циліндрів розміщена холодильна частина, яка виконує функцію охолодження і зволоження полотна перед каландром.

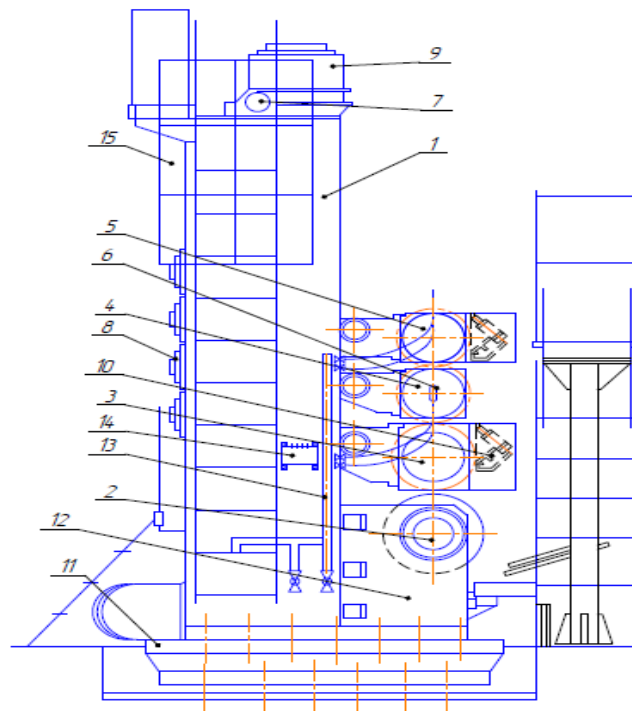
Оздоблювальна частина КРМ містить каландр та накат. Каландр являє собою чотирьохвальну батарею валів зі станинами відкритого типу (рис. 1.3). Нижній вал з регульованим прогином. Другий вал – приводний чавунний з приставними сталевими цапфами. Вали розташовані один над одним в одній вертикальній площині і стикаються між собою по всій довжині. Між валами встановлені запобіжні штанги для унеможливлення потрапляння в захоплення валів частин тіла і сторонніх предметів. Кардан приводного валу закритий огорожею.

Каландр обладнаний механізмом для вилегчування валів, механізмом для піднімання і опускання валів. Всі механізми розташовані всередині станин каландра.

З каландра картонне полотно надходить на накат.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Над накатом розташований накопичувач тамбурних валів, який складається з напрямних, виштовхувальних важелів, стопорних важелів та завантажувальних важелів.



- 1 – станина; 2 – нижній вал; 3 – приводний вал; 4 – проміжний вал;
 5 – верхній вал; 6 – сальники; 7 – механізм підйому і опускання валів;
 8 – механізм вилегчування валів; 9 – механізм додаткового притискання валів;
 10 – шабери; 11 – шини; 12 – подушка; 13 – паропровід; 14 – щиток ротаметрів;
 15 – містки і драбини.

Рисунок 1.3 – Каландр

Тамбурні вали встановлюють у виштовхувальні важелі накопичувача за допомогою крана по похилих напрямних. Потім тамбурні вали виштовхувальними важелями за допомогою пневмоциліндра по основним напрямним накопичувача направляються до стопорних важелів. Стопорні важелі оснащені амортизуючим демпфером. У цьому положенні тамбурний вал перебуває в режимі очікування завантаження в накат. У режимі очікування можуть знаходитися до двох тамбурних валів одночасно.

Під час намотування рулону контролюються натягування полотна і притискання до барабана. Рулон картону, намотаний до заданого діаметра,

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

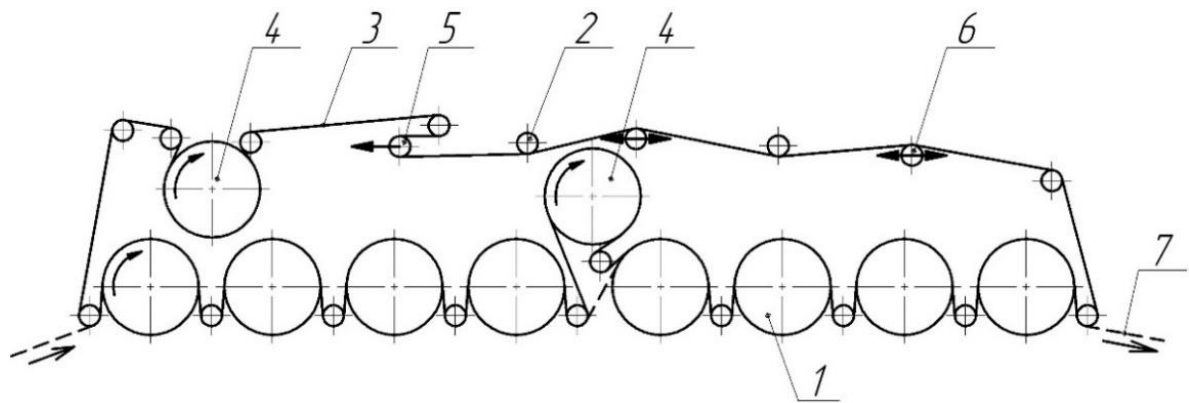
відводиться вторинними важелями по направляючих для переміщення рулону. Картонне полотно автоматично заправляється на новий тамбурний вал, а рулон, який досяг заданого діаметра, зупиняється гальмівним пристроєм. Ця послідовність дає можливість здійснювати безперервне намотування картону.

1.2 Вибір типу установки, апаратів, їх місце в технологічній схемі

На картоноробних машинах використовуються сушильні групи з різними проводками картонного полотна: безобривними, слаломними і проводка без сукна (рис. 1.4, 1.5, 1.6). Для сушіння картону з невисокою масою квадратного метра використовується слаломна проводка, оскільки вона має ряд переваг над іншими:

- безобривність;
- збільшена площа контакту з сушильними циліндрами;
- полотно контактує з верхніми сушильними циліндрами.

Для інтенсифікації процесу сушіння картонного полотна також доцільно використовувати інфрачервоні випромінювачі, розміщені між сушильними циліндрами (рисунок 1.4).

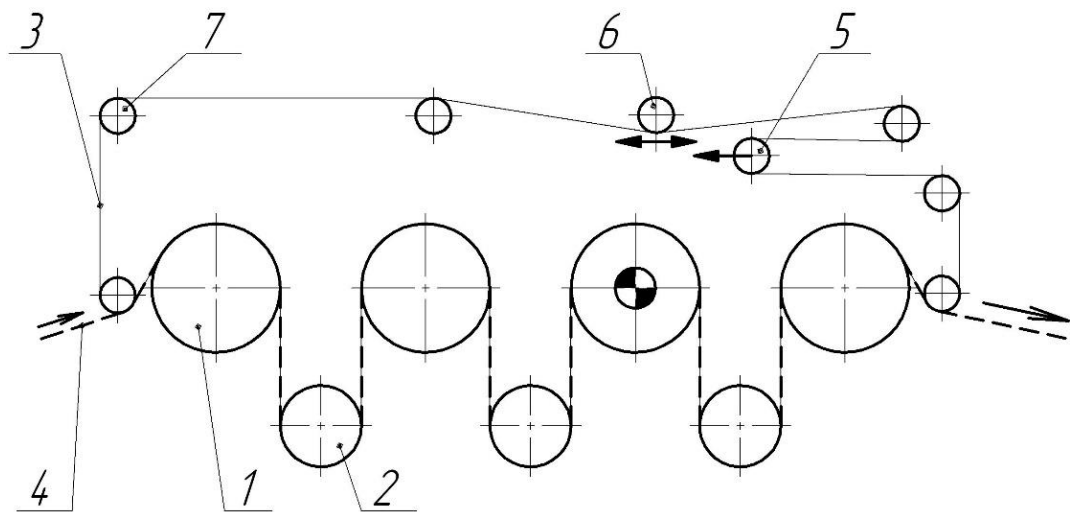


1 – сушильний циліндр; 2 – сукноведучий валик; 3 – сукно; 4 – сукносушильний циліндр; 5 – сукнонатяжний валик; 6 – сукноправильний валик; 7 – картонне полотно.

Рис. 1.4 – Схема сушильної групи з безобривною проводкою картонного полотна

Також різновидом слаломної проводки картонного полотна є сушильна група фірми «Фойт».

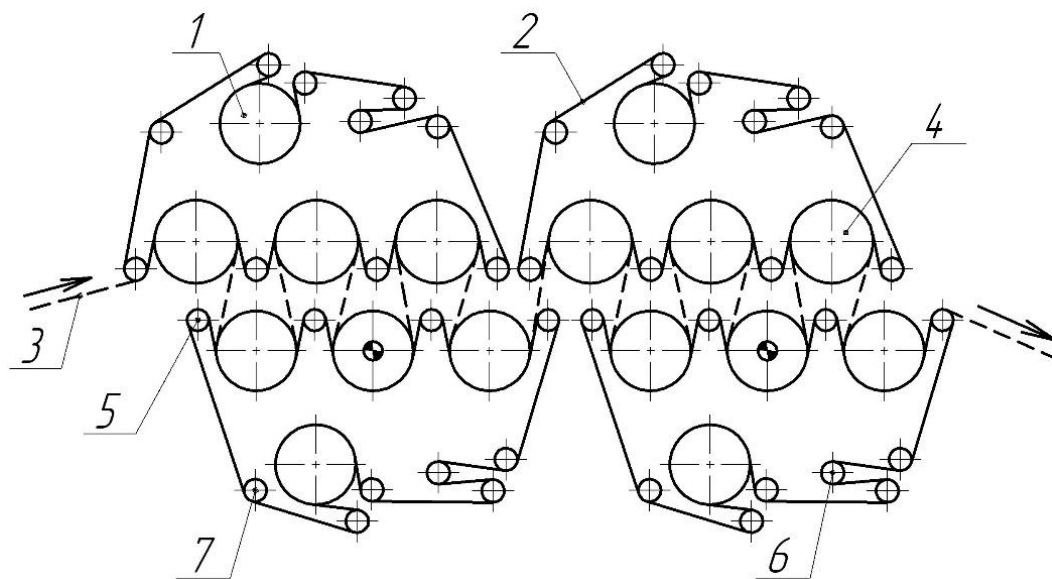
					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22



1 – сушильний циліндр; 2 – продувний вал; 3 – сукно; 4 – картонне полотно;
 5 – сукнонатяжний валик; 6 – сукноправильний валик;
 7 – сукноведучий валик.

Рис. 1.5 – Схема проведення фірми «Фойт»

Проте найпоширенішим є компоновання сушильних циліндрів в два ряди (рисунок 1.6)



1 – сукносушильний циліндр; 2 – сукно або сітка; 3 – полотно;
 4 – сушильний циліндр; 5 – сукноведучий валик; 6 – сукнонатяжний валик;
 7 – сукноправильний валик.

Рис. 1.6 – Схема розташування циліндрів у сушильній частині машини

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛБ51.705441.001 ПЗ

Арк.

23

Проте для сушіння картону з достатньо високою масою квадратного метра, в якому міцність вже висока й на початку сушіння, для зменшення довжини КРМ доцільно використовувати двоярусну сушильну групу.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Технічна характеристика

Технічна характеристика першої групи сушильної частини КРМ наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика першої групи сушильної частини КРМ.

Найменування параметра	Одиниця вимірювання	Величина
Робочий надлишковий тиск водяної пари в сушильному циліндрі	МПа	0,5
Робоча температура водяної пари в сушильному циліндрі	°С	159
Зовнішній діаметр сушильного циліндра	м	1,5
Довжина оболонки циліндра	м	4,68
Частота обертання	п ⁻¹	1,2
Маса 1 м ² картону	кг/м ²	0,18
Максимальна робоча швидкість	м/с (м/хв)	8,3 (500)
Потужність приводу	кВт	84
Матеріал оболонки		Чавун СЧ30

3 Опис та обґрунтування конструкції сушильної групи

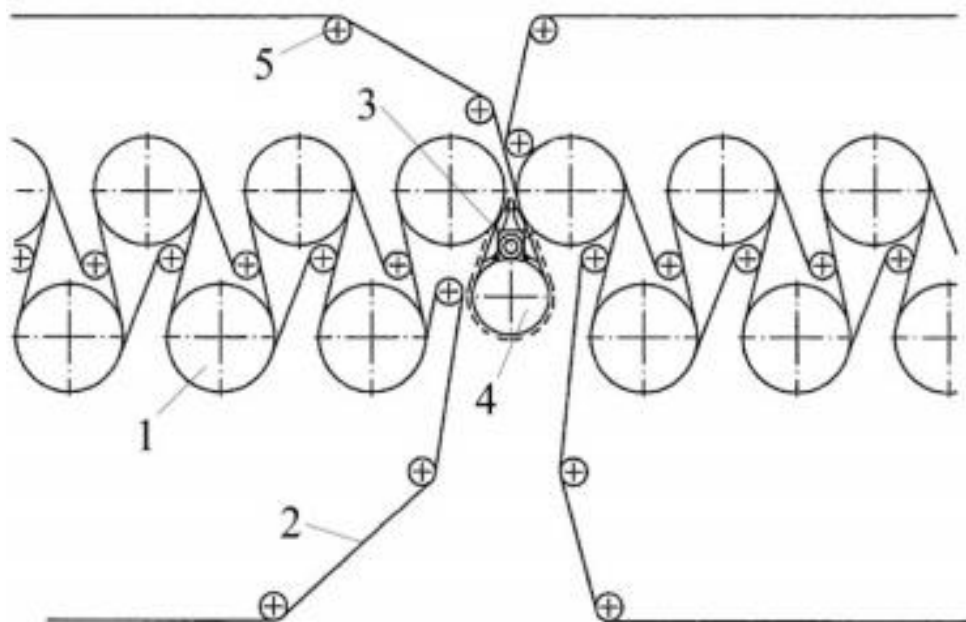
3.1 Конструкція і принцип дії виробу, основних складальних одиниць і деталей

У дипломному проекті розроблено конструкцію першої сушильної групи сушильної частини КРМ.

Сушильна група складається з:

- сушильних циліндрів;
- верхнього та нижнього безкінечного сукна чи сітки;
- сітконатяжних валиків;
- сіткоправильних валиків;
- сітководучих валів;
- шаберів;
- паровпускних головок.

Двоярусна сушильна група показана на рисунку 3.1.



1 – сушильний циліндр; 2 – сукно/сітка; 3 – вакуумний ящик; 4 – вакуумний вал;
5 – сукно/сітко ведучий вал.

Рисунок 3.1 – Двоярусна сушильна група

Сушильна частина картоноробної машини призначена для подальшого зневоднення картонного полотна до кінцевої сухості (94 – 96%) методом контактного сушіння. Полотно, проходячи сушильну частину машини, по черзі контактує з сушильними циліндрами то одною, то іншою стороною. Циліндри обігріваються зсередини гарячою парою. Для створення рівномірного контакту полотна з гарячою поверхнею циліндрів застосовують синтетичні сітки. Вони охоплюють поверхню циліндрів на 240°. Крім цього сітки сприяють кращій теплопередачі, зменшують усадку картону, запобігають викривленню і зморщуванню полотна.

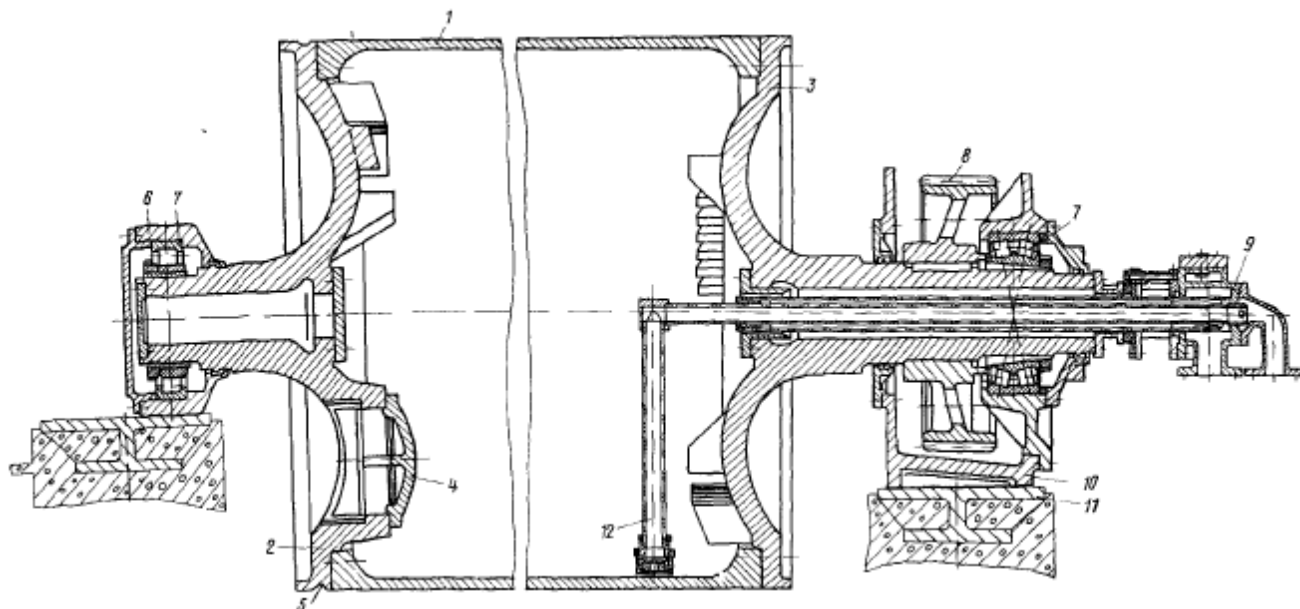
Сушильна частина КРМ складається з циліндрів і валів різного призначення. Картоносушильні (сушильні) циліндри призначені для сушіння картонного полотна. Холодильні – для охолодження картону перед надходженням на машинний каландр. Сітководучі вали – для направлення полотна з одної сушильної групи до іншої. Сітконатяжні вали – для забезпечення постійного натягу сітки. На переважній більшості картоноробних машин встановлені сушильні циліндри діаметром 1,5 м.

Сушильні циліндри машин по конструкції одностінні з високоміцного чавуну, легованого хромом і нікелем. Інколи для машин спеціального призначення застосовують двостінні циліндри.

До циліндра (рисунок 3.2) з торців прикріплені болтами кришки. Вони відлиті разом з пустотілими цапфами, якими циліндр опирається на підшипники.

Сушильні циліндри машин, що працюють зі швидкістю до 350 м/хв, статично балансують: допускається невраїноваженість вантажу до 0,03% від маси циліндра. При швидкості машини понад 350 м/хв циліндри врівноважують (балансиують) динамічно числом обертів, що відповідають максимальній швидкості картонного полотна. Сушильні циліндри нагріваються паром, на деяких машинах спеціального призначення застосовують електронагрів. Пуск пари і видалення конденсату відбувається з привідної сторони, тому кожний циліндр забезпечений паровпускною головкою і пристроєм для видалення конденсату. Відвід конденсату з циліндра відбувається сифонами або черпаками.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- 1 – циліндр; 2 – кришка лицьової сторони; 3 – кришка привідної сторони;
 4 – люк; 5 – канавка для канатиків; 6 – корпус підшипників;
 7 – підшипники кочення; 8 – шестерня; 9 – паровпускна головка;
 10 – станина привідної сторони; 11 – фундаментна плита; 12 – нерухомий сифон.

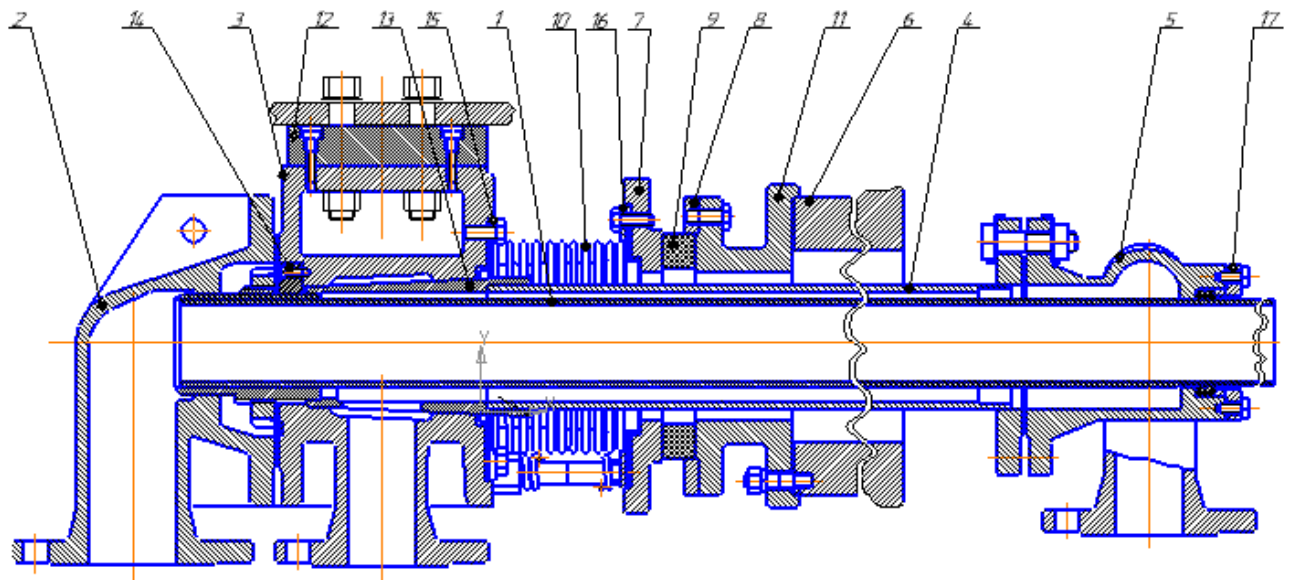
Рисунок 3.2 – Сушильний циліндр

За конструкцією сифони поділяють на нерухомі і обертові. Нерухома сифонна трубка відповідного діаметру розміщується приблизно на відстані 300 мм від торця сушильного циліндра з привідної сторони і має наконечник, що встановлюється біля стінки з зазором 2 – 3 мм. Трубка закріплюється консольно. Черпак кріплять до кришки циліндра. Конденсат із циліндра заливається черпаком і подається в кільцевий простір між внутрішньою стінкою цапфи та трубою для подачі пари в циліндр.

Паровпускні головки (рисунок 3.3) поділяються за способом ущільнення на два типи: сальникові та графітові. На сучасних машинах встановлюють паровпускні головки з графітовим ущільненням (плоскі або сферичні). Графітові кільця встановлюють між цапфою сушильного циліндра і фланцем компенсатора.

При передачі тепла від гріючої пари до поверхні циліндрів – пара конденсується. На тихохідних машинах конденсат збирається в нижній частині циліндру, а на швидкохідних – утворює замкнуте кільце. Кільце конденсату зменшує коефіцієнт теплопередачі на 30-50 %.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

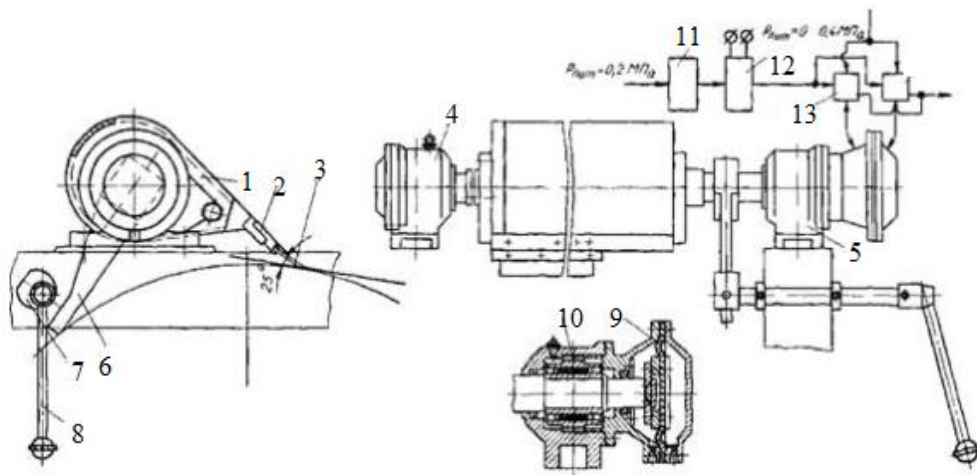


- 1 – паропідвідна труба; 2 – патрубок; 3 – корпус; 4 – конденсатовідвідна труба;
 5 – улітка; 6 – цапфа циліндра; 7 – фланець підпирний; 8 – кільце стакана;
 9 – кільце графітове ущільнююче; 10 – сільфон; 11 – стакан;
 12 – підкладка; 13 – втулка конічна; 14 – шпонка фігурна; 15 – кришка;
 16 – кришка сільфона; 17 – грунбуksа.

Рисунок 3.3 – Паровпускна головка

На кришках циліндра з лицьової сторони є канавки (виточки) на відстані 50 мм. Вони слугують для заправки картону хлопко-паперовими або нейлоновими канатиками діаметром 6 – 12 мм. Для зменшення зносу канатиків на цапфах циліндрів машин встановлюють спеціальні вузькі шківи. Вони обертаються на підшипниках кочення і працюють тільки в момент заправки картону. На одному або декількох шківах є пневматичний пристрій. За допомогою нього під час заправки картону шківи притискаються до сушильних циліндрів і починають обертатися, після заправки – відключаються.

Шабери (рисунок 3.4) призначені для очищення поверхонь сушильних циліндрів від залишків картонного полотна. Крім того, вони запобігають заповненню сушильної частини браком при обривах полотна. Основним елементом шабера є лезо, що притискається до поверхні циліндра.



- 1 – корпус; 2 – тримач леза; 3 – лезо; 4 – опора; 5 – опора з пневмокамерою;
 6 – важіль; 7 – ексцентрик; 8 – рукоятка; 9 – діафрагма; 10 – підшипник;
 11 – генератор імпульсів; 12 – електро-пневмоперетворювач; 13 – реле.

Рисунок 3.4 – Шабер сушильного циліндра

3.2 Вибір матеріалів

Найбільше застосування набули циліндри діаметром 1,5 м. Основними частинами циліндра є корпус і торцеві кришки з цапфами, що з'єднані з корпусом болтами. Корпус і кришки виготовляються методом лиття з сірого або високоміцного чавуну, який має велику теплопровідність марок СЧ35, СЧ40 і т.д. При великих навантаженнях на широких картоноробних машинах цапфи циліндра виготовляють зі сталі або з найбільш міцних марок чавуну. З конструктивних міркувань обираємо матеріал корпусу – чавун марки СЧ30, матеріал цапф – чавун марки СЧ18.

Зовнішню поверхню циліндра шліфують і полірують для забезпечення кращого прилягання картонного полотна до поверхні циліндра, що збільшує коефіцієнт тепловіддачі. Леза шаберів виготовляють з м'якої сталі НВ 120...130.

У сушильній частині КРМ використовують синтетичну сітку, що не поглинає вологу. У зв'язку з цим не потрібно встановлювати додаткові сукносушильні валики. [1]

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Порівняння основних показників сушильної групи з аналогом

Порівняння проводимо з базовою конструкцією №1 – це сушильна частина типу К-27 виробництва Іжевського заводу папероробного машинобудування, з базовою конструкцією №2 – це сушильна частина картоноробної машини для крейдованого коробкового рулонного картону ВМ2-44 і з базовою конструкцією №3 – це сушильна частина картоноробної машини на понінківській картонно-паперовий комбінат. Результати порівняння наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Порівняння з аналогами

Показники	Базова №1	Базова №2	Базова №3	Конструкція, що проектується
Швидкість машини, м/с	7	5,8	5	8,3
Продуктивність, кг/с	3,076	3,588	2,8	5,9
Початкова сухість полотна, %	42	40	40	46
Кінцева сухість полотна, %	48	48	48	52
Обрізна ширина картону, м	4,2	3,8	2,5	4,2
Кількість сушильних циліндрів у групі, шт	10	9	9	9
Маса 1м ² , кг/м ²	0,2	0,25	0,28	0,18

3.4 Патентне дослідження

В проекті розроблено першу сушильну групу КРМ.

Предмет пошуку:

- 1) сушильна група картоноробної машини;
- 2) елементи сушильної групи.

Мета патентного дослідження – визначення патентоспроможності проєктованого апарата й визначення тенденцій розвитку даного напрямку в техніці.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Встановлюємо такі держави пошуку: Україна, Російська Федерація, США, Німеччина, Франція, Велика Британія, Японія, Швейцарія.

Термін дії патенту на винахід в Україні – 10 років, тому регламент пошуку встановлюємо такий: 2009 – 2019 роки.

Класифікаційні індекси:

– міжнародна патентна класифікація: МПК4, МПК5, МПК6 і МПК7, D21F1/00, D21F1/08,1/48, D21F1/40;

– уніфікована десяткова класифікація: УДК 621.9, 621.927.3, 621.928, 621.928.028, 621.928.3, 622.2, 676.1.

Джерела інформації:

1) патентна інформація: описи до винаходів, офіційні патентні бюлетені Укрпатенту, Роспатенту;

2) науково-технічна інформація: підручники й навчальні посібники з курсу папероробні картоноробні та спеціальні машини.

Усі відомості про патенти та джерела пошуку наведені в додатку А.

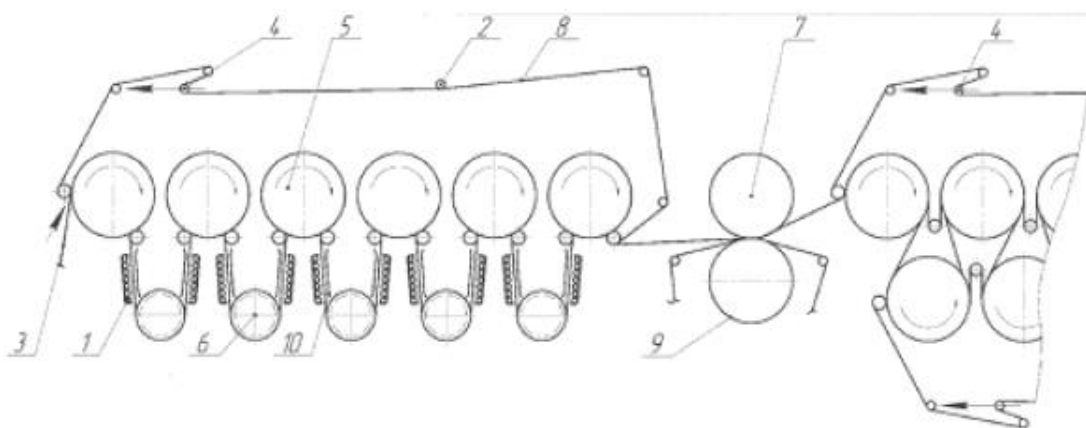
Суттєвими ознаками конструкції є: сушильні циліндри, безперервно довгі сукна, сітки, сукнонатяжні, сукноправильні, сукносушильні валики, паровпускна головка.

У патенті України на корисну модель №105956 [3] авторами розроблено сушильну частину папероробної машини (ПРМ) (рисунок 3.5), що має сушильні циліндри, що встановлені в один чи два ряди. Між ними розміщені вакуумні чи обдувні вали для безобривного перенесення паперового чи картонного полотна. Між першою та другою сушильними групами папероробної машини встановлений прес. Також між сушильними циліндрами та вакуумними чи обдувними валами розміщені інфрачервоні випромінювачі (ІЧВ). Їх робоча поверхня спрямована на рухоме паперове чи картонне полотно. Зі зворотної сторони паперового чи картонного полотна встановлені рефлектори на деякій відстані від нього.

Завданням є інтенсифікація процесу сушіння картонного або паперового полотна. Це досягається завдяки рівномірному розподілу вологовмісту по

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

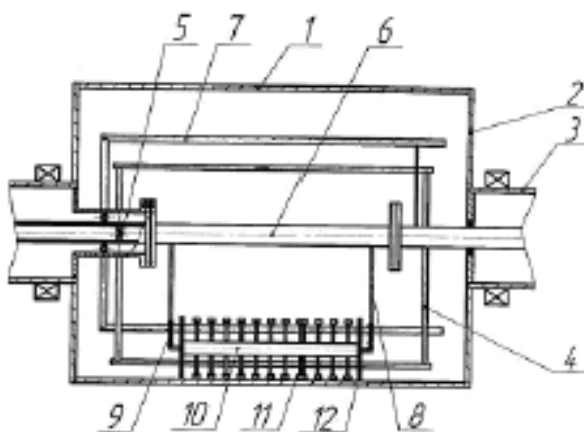
товщині цього полотна, шляхом переміщення (витіснення) вологи із внутрішніх його шарів до зовнішніх (поверхні).



- 1 – інфрачервоні випромінювачі; 2 – сукноправильні валики;
3 – паперове/картонне полотно; 4 – сукнонатяжні валики; 5 – сушильні циліндри;
6 – вакуумні чи обдувні вали; 7 – пресовий вал; 8 – сукно або сітка;
9 – пресовий вал.

Рисунок 3.5 – Сушильна частина

У патенті на корисну модель №55729 (UA) [4] було розроблено сушильний циліндр. Він містить в собі корпус, з'єднані з ним торцеві кришки з порожнистими цапфами, нерухомі сифонні пристрої, центральний вал та турбулізуючий елемент.

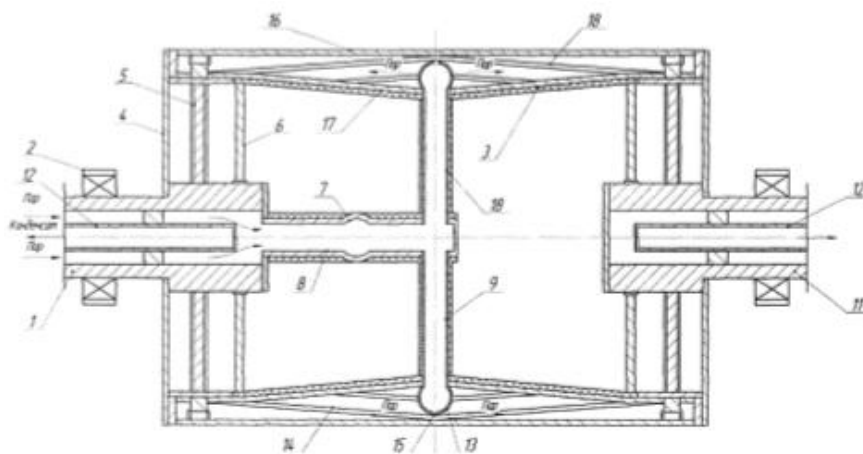


- 1 – корпус; 2 – торцеві кришки; 3 – порожнисті цапфи; 4 – нерухомі сифонні пристрої; 5 – конденсатовідвідні труби; 6 – центральний вал; 7 – пристрої для подачі пари; 8 – тримачі; 9 – пружинні притискні вставки; 10 – рухомий вал; 11 – зубці; 12 – приводні диски.

Рисунок 3.6 – Сушильний циліндр

Результатом цього удосконалення є інтенсифікація процесу теплообміну, що зменшить час сушіння полотна. Це досягається шляхом того, що сушильний циліндр з турбулізуючим елементом має подачу пари одразу на його внутрішню поверхню, а відведення конденсату відбувається безпосередньо з внутрішньої поверхні по всій її твірній.

У патенті на корисну модель № 90749 (UA) [5] авторами розроблений сушильний циліндр (рисунок 3.7). Він складається з корпусу, що утворений зовнішньою та внутрішньою оболонками. Вони жорстко з'єднані спицями з порожнистими цапфами. Циліндр опирається на підшипникові вузли цапфами. Простір між співвісними оболонками має камеру, що зменшується по ширині циліндра.



- 1 – порожниста цапфа; 2 – підшипниковий вузол; 3 – теплова ізоляція;
 4 – щит; 5 – сифон; 6 – спиці; 7 – компенсатор; 8 – паропровід;
 9 – паропровід; 10 – порожниста цапфа; 11 – конденсато-відвідна трубка;
 12 – кільцевий колектор; 13 – камера; 14 – вихідні отвори; 15 – зовнішня оболонка; 16 – внутрішня оболонка; 17 – металеві смужки.

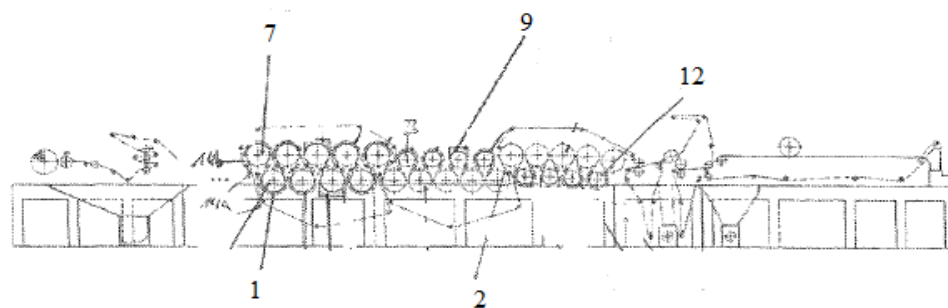
Рисунок 3.7 – Сушильний циліндр

Паропровід має компенсатор. Гарячий пар подається в камеру, утворену оболонками, від розподільчого паропроводу. Стальні смужки, що приварені до внутрішньої оболонки циліндра відводять конденсат до його торців. Це відбувається завдяки відцентровій та коловій силам, що виникають від обертання

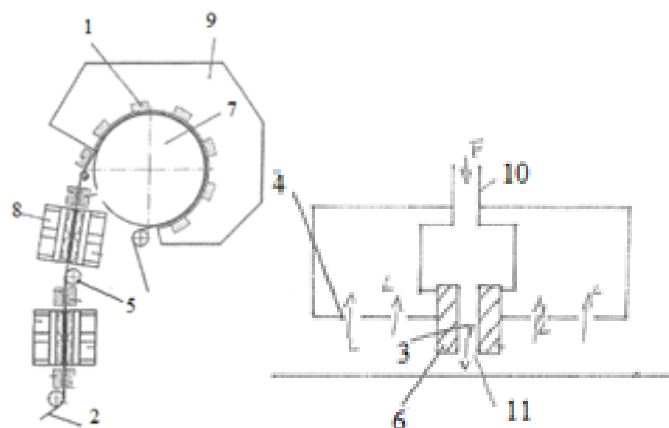
циліндру. Там сифоном, що з'єднаними з конденсато-відвідною трубкою конденсат відводиться на зовні циліндру, торці якого закриті щитами. Зовнішня поверхня внутрішньої оболонки, паропроводів покриті тепловою ізоляцією.

Така конструкція сушильного циліндра дозволяє інтенсифікувати процес теплообміну шляхом швидкого вилучення конденсату із зони теплообміну.

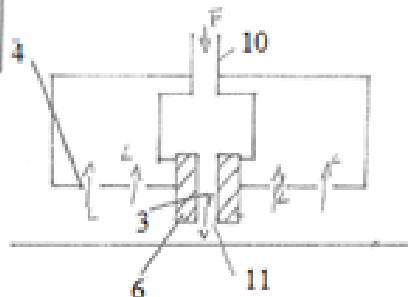
У патенті № 9851146 (US) [6] авторами пропонується сушильна секція (рисунок 3.8) для сушіння полотна з волокнистих матеріалів, особливо паперу, картону, тканини, санітарної паперу, що включає, щонайменше, одну сушильну установку для зменшення вологості полотна шляхом конвекційної сушки.



а)



б)



в)

а – сушильна група; б – вид збоку; в – поперечний переріз

1 – сушильні пристрої; 2 – паперове полотно; 3 – сопло; 4 – розвантажувальний пристрій; 5 – транспортер; 6 – ультразвуковий генератор; 7 – сушильні циліндри; 8 – інфрачервоні випромінювачі; 9 – витяжка; 10 – подача води; 11 – випускний отвір; 12 – вакуумні циліндри.

Рисунок 3.8 – Сушильна секція

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Крім того, секція сушарки має розвантажувальний пристрій для отримання вологого повітря під час конвекційної сушки і транспортний засіб для переміщення полотна відносно сушильної установки. Сушильна установка має, принаймні, один ультразвуковий генератор, який розташований в області сопла для збудження коливань сушильної рідини таким чином, що зменшення вмісту вологи для всієї товщини полотна.

Таким чином, винахід ґрунтується на задачі поліпшення сушильної секції для сушіння полотна з волокнистого матеріалу, особливо паперу, картону, тканини, санітарно-гігієнічного паперу. Поставлена задача вирішується завдяки тому, що полотно переміщується через сушильну секцію і частково конвективно висушується, вміст вологи в полотні зменшується. Ультразвукові хвилі проходять крізь полотно під час процесу сушіння таким чином, що зменшення вмісту вологи по всій товщині сітки забезпечується ультразвуком.

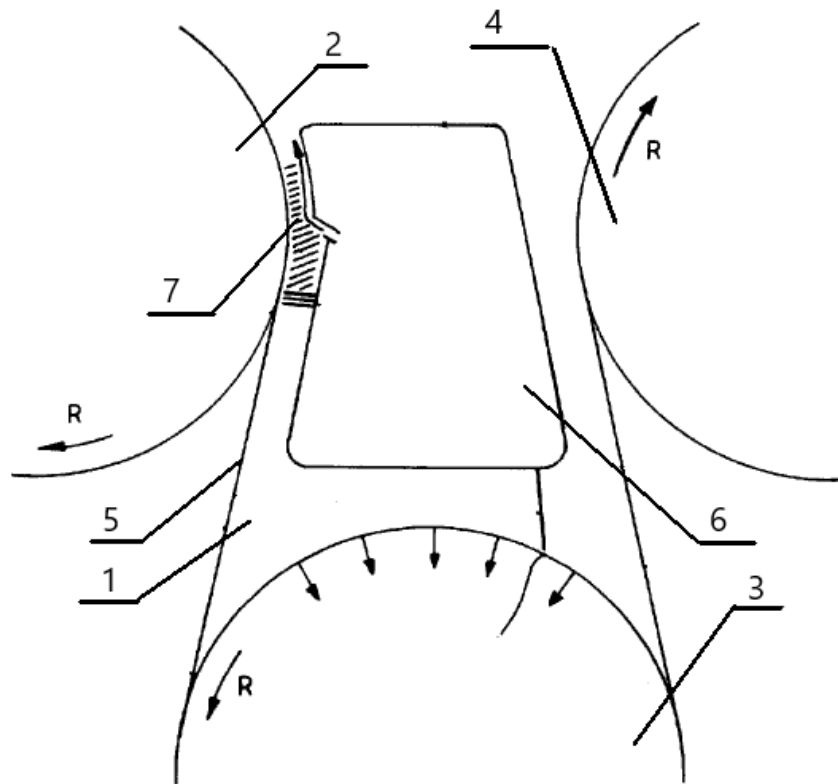
У патенті № 2010/0276096A1 (US) [6] авторами розроблено модернізовану сушильну секцію (рисунок 3.9). Згідно з винаходом, в сушильній секції папероробної машини у просторі між двома сушильними циліндрами і одним поворотним валом, існують наступні обмеження згаданого простору: перший сушильний циліндр, другий сушильний циліндр, поворотний всмоктувальний вал і сітка, який виконаний з можливістю переміщення від першого сушильного циліндра до поворотного всмоктуючого вала і звідти на другий сушильний циліндр. Конструкція додатково містить коробчатий компонент прохідності і ущільнювальний елемент, розташований в нижній частині компонента прохідності.

Завданням цього винаходу є зменшення споживання енергії в секції сушіння папероробної машини, особливо при створенні зниженого тиску в просторі між двома сушильними циліндрами і одним рухомим валом, переважно поворотним всмоктувальним валом.

Варіанті вирішення поставленої задачі є те, що відстань від першого і другого ущільнювального елемента до поворотного валка та/або до першого сушильного циліндра може регулюватися. Таким чином, зниження тиску в першій

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зоні зниженого може регулюватися таким чином, щоб бути придатним для робочого стану.



1 – простір між сушильними циліндрами; 2 – перший сушильний циліндр; 3 – поворотний вал; 4 – другий сушильний циліндр; 5 – сітка; 6 – коробчастий компонент; 7 – ущільнюючий компонент

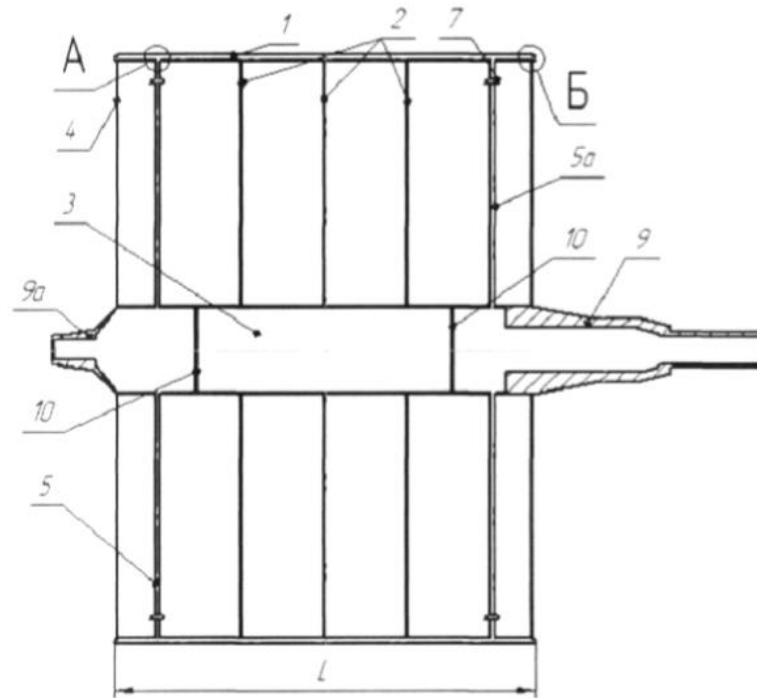
Рисунок 3.9 – Сушильна секція

У патенті № 101034 (UA) [8] представлено сушильний циліндр (рисунок 3.10). Він складається з квадратних або трапецієвидних труб, укладених на опорні диски, що встановлені і закріплені на привідному валу. Порожнина циліндра закрита щитками, що прикріплені до привідного валу і внутрішньої поверхні зовнішньої оболонки. Труби з'єднані з порожнинами цапф циліндричними трубами з компенсатором теплового подовження. Порожнини цапф, привідного валу відокремлені від порожнини валу заглушками.

Очікуваний ефект – ліквідація таких недоліків як:

- складність виготовлення;
- висока матеріаломісткість;
- недостатня міцність;

- значний термічний опір зовнішньої оболонки.



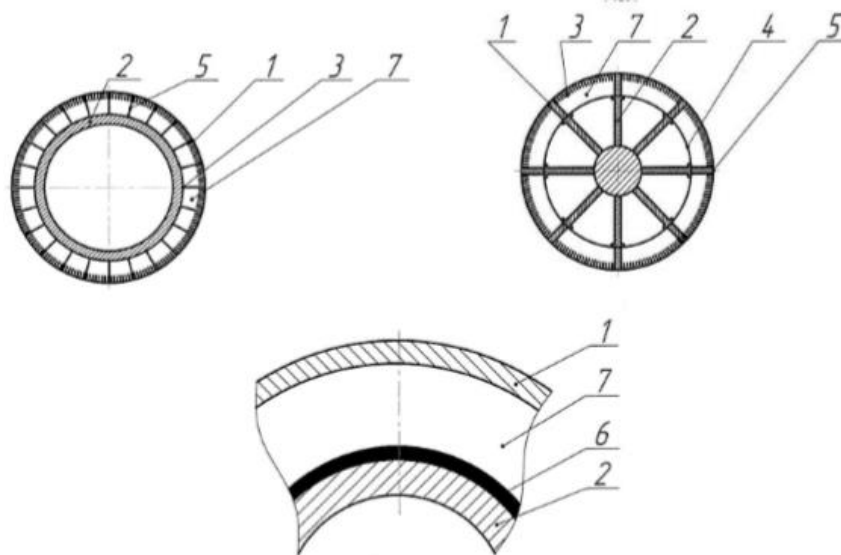
- 1 – зовнішня оболонка; 2 – опорні диски; 3 – привідний вал; 4 – щитки;
 5 – циліндричні труби; 6 – трапецієвидні труби; 7 – компенсатор теплового
 подовження; 8 – С-подібні кільця; 9 – порожнини цапф; 10 – заглушки.

Рисунок 3.10 – Сушильний циліндр

Поставлена задача вирішується тим, що в конструкції сушильного циліндра міститься закріплена на опорних дисках зовнішня оболонка, яка складається із з'єднаних між собою квадратних або трапецієвидних труб. В останні подається водяна пара і відводиться конденсат.

У патенті № 60245 (UA) [9] авторами розроблено сушильний циліндр (рисунок 3.11). У своїй конструкції він містить максимально тонку зовнішню оболонку, яка встановлена на опорному тілі сушильного циліндра. При цьому між опорним тілом і зовнішньою оболонкою залишається кілька порожнистих камер, через які протікає гарячий теплоносій. Для оптимізації теплового потоку через зовнішню оболонку вона повинна бути виконана, залежно від використовуваного матеріалу, як можна більш тонкою. Для зменшення теплових втрат від теплоносія зовнішню поверхню опорної частини покрито корозійностійкою теплоізоляцією.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38



1 – зовнішня оболонка; 2 – опорне тіло; 3 – ребра; 4 – внутрішня оболонка; 5 – стяжні болти; 6 – теплоізоляція; 7 – порожнисті камери.

Рисунок 3.11 – Сушильний циліндр

Представлена конструкція дозволяє збільшити тепловий потік через зовнішню оболонку та зменшити теплові втрати, шляхом того, що між опорним тілом і зовнішньою оболонкою є, щонайменше, одна порожня камера, через яку протікає текуче середовище, а зовнішня оболонка є максимально тонкою.

Отже, у ході дослідження було з'ясовано, що:

1) в конструкції, що спроектована не застосовано суттєвих ознак, якими різняться розглянуті пристрої. Тому всі ознаки спроектованої конструкції є новими;

2) усі суттєві ознаки аналогів не було застосовано у розробленій сушильній групі;

3) відповідно до закону України «Про охорону прав на винаходи і корисні моделі» конструкція розробленої сушильної групи КРМ відповідає критерію «новизна» та «винахідницький рівень»;

4) провідними країнами у галузі картоноробного виробництва є США, Німеччина, Японія, Фінляндія та Російська Федерація;

5) аналіз патентів наводить на висновок про те, що сучасні розробки в галузі картонного виробництва спрямовані на вдосконалення сушильного циліндра, модернізацію сушильних груп та застосування нових методів сушіння.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 Охорона праці

Згідно із законом про охорону праці виробничі приміщення, обладнання та технологічні процеси повинні відповідати вимогам безпечних та нешкідливих умов праці. Саме тому ще на етапі проектування нових конструкцій технічного обладнання необхідно передбачати заходи, щодо охорони праці персоналу, що обслуговує дане обладнання.

В дипломному проекті на тему: «Модернізація першої групи сушильних циліндрів КРМ» представлена сушильна група картноробної машини. Правила безпеки під час роботи сушильної групи повинні відповідати «Єдиним вимогам безпеки до технологічного обладнання целюлозно-паперового виробництва». На всіх підприємствах повинні створюватись безпечні умови праці. На етапі експлуатації сушильну групу обслуговує оператор, який знаходиться в приміщенні з $S=14 \text{ м}^2$, $V=58 \text{ м}^3$.

При роботі пропонованої сушильної групи КРМ шкідливими та небезпечними факторами можуть бути:

- повітря робочої зони (підвищена температура, вологість та концентрація пилу);
- освітленість робочих місць;
- виробничий шум та вібрація;
- пожежна безпека;
- електрична безпека;

4.1 Повітря робочої зони

Вимоги праці на сушильній групі КРМ: категорія – середньої ваги 2а (енерговитрати 150....200 ккал/годин), забезпечено оптимальні норми температури, відносної вологості та швидкості вітру в робочій зоні:

а) для холодного та перехідного періодів температура 18...20 °С, відносна вологість 40...60 % та швидкість вітру не більше 0,2 м/с;

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

б) для теплого періоду температура 21...23 °С, відносна вологість 75 % та швидкість вітру не більше 0,3 м/с.

Робота сушильної групи картоноробної машини пов'язана з виділенням значної кількості теплоти, водяної пари та картонного пилу в навколишнє середовище. З метою усунення шкідливих виробничих факторів передбачено наступні заходи:

- сушильна група розміщується під закритим ковпаком, що обладнаний приточно-витяжною вентиляцією та системою теплорекуперації;
- виключена необхідність перебування обслуговуючого персоналу безпосередньо біля працюючої конструкції шляхом автоматизації ходу технологічного процесу та встановлення системи дистанційного керування ним;
- у виробничому приміщенні забезпечуються прийнятні параметри повітря шляхом його вентиляції, водяного опалення (температура теплоносія від 70 до 90 °С) в холодну та кондиціонування в теплу пору року.

При реалізації вищеперерахованих заходів параметри повітря робочої зони відповідають ГОСТу 12.1.005-88 і ДСН 3.3.6.042-99.

4.2 Виробниче освітлення

Робота з обслуговування обладнання відноситься до VI розділу підрозділу «а», тобто загальне спостереження за технологічним процесом.

При цьому робоче місце оператора повинно мати освітленість робочої зони $E_{\text{нор}}=150$ лк. Для забезпечення даного показника в приміщенні, де встановлена картоноробна машина, до складу якої входить розроблена сушильна група, передбачено встановлення штучного освітлення у вигляді світильників з дуговими ртутно-люмінесцентними лампами. Тип ламп – ЛДЦ–35, світловий потік 3500 лм, напруга живлення – 220 В. Відстань між світильниками 0,9 м, кількість світильників – 6.

Реалізація вищеперерахованих заходів створює в приміщенні рівень освітленості, що задовольняє вимогам ДБНВ 2.5.2.8 – 2006.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3 Виробничий шум

Приміщення в якому розміщена сушильна група КРМ закритого типу, а сама конструкція спричиняє постійний шум у розмірі 95 дБА.

Основними джерелами шуму при роботі сушильної групи є циліндри, що обертаються, електродвигуни та інше устаткування. У даному випадку за своєю природою шум механічний і гідроаеродинамічний. Шум в приміщенні перевищує норми допустимі в ДСН 3.3.6.037-99.

Для запобігання вище сказаного були вжиті такі заходи:

- для зниження шуму від картоноробної машини пульт керування оператора захищений екраном, який встановлений між машиною і робочим місцем. Екран виконаний із силікатного скла товщиною 15 мм, $\Delta L = 30 - 35$ дБ.
- персонал, який працює безпосередньо в цеху, забезпечуємо протишумовими навушниками ПШН-Б ГОСТ 12.4.051.87, що знижують рівень шуму до 22...28 дБА, і проти шумними вкладишами «Беруши» СТ-1” ТУУ 25513947.002-99, що знижують рівень шуму до 16...20 дБА.

Ці заходи дозволили знизити рівень шуму до рівня 65дБа, що відповідає вимогам ДСН 3.3.6.037-99.

4.4 Вплив вібрації

Поява вібрації у виробничому приміщенні при роботі розробленої сушильної групи спричинена наявністю в ній значної кількості обертових елементів (сітководучих валів, конвекторів, сушильних циліндрів, роторів приводних електродвигунів та допоміжного устаткування).

Найбільш ефективним та технічно доцільним методом зниження рівня вібрації будівельних конструкцій є зменшення впливу невіднованих сил, тобто динамічних навантажень, створюваних обладнанням при роботі.

Для зниження рівня вібрації при роботі проекрованої конструкції передбачені наступні заходи:

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- здійснюється ретельне динамічне балансування всіх валів частини;
- забезпечується центрування муфтових з'єднань елементів приводу;
- не допускається перевищення допустимих зазорів у підшипникових вузлах та перекошування підшипників;
- здійснюється нагляд за відсутністю недопустимих люфтів в шарнірних з'єднаннях конструкції, щільним приляганням кришок та фланців.

При виконанні даних вимог величина загальної технологічної вібрації на постійних робочих місцях при працюючій сушильній групі задовольняє нормам, передбаченим ДСН 3.3.6.039-99.

4.5 Електробезпека

Згідно з Правилами устрою електроустановок (ПУЕ) сушильна група картоноробної машини відноситься до класу II.

Для живлення електрообладнання розробленої конструкції застосовується трифазна мережа. Відповідно до ПУЕ трифазні ланцюги при напрузі 220/380 В і частоті 50 Гц виконуються як трьохпровідні мережі з ізольованою нейтраллю.

Засоби забезпечення електробезпеки:

- встановлено орієнтацію в електроустановках (попереджувальні сигнали та знаки; написи та таблички; знаки високої напруги; відповідне розташування і колір неізолюованих струмоведучих частин і ізоляції; фарбування органів управління у відмінний від інших колір);
- забезпечення недосяжності струмоведучих частин (ізоляція, розташування на недосяжній висоті (більш 2,5 м), огорожа);
- коробки електродвигунів виконані пило-водонепроникними;
- електрообладнання, яке розташоване в окремих шафах винесене в приміщення які не відносяться до пожежонебезпечних;
- прокладка дротів та кабелів безпосередньо по станинах обладнання проведена в сталевих трубах;

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- клемні коробки виконані в пило-водонепроникному виконанні.
- огорожі, поручні, інструмент з ізоляцією;
- захисне заземлення ($R_3=2,9$ Ом, що відповідає ГОСТ 12.1.030-89).

При силі струму, що проходить крізь людину при доторканні до однієї з фаз мережі в аварійному режимі роботи, яка перевищує значення, що дозволяється за ГОСТ 12.1.030-89.

Схема заземлення сушильної групи наведена на рисунку 4.1:

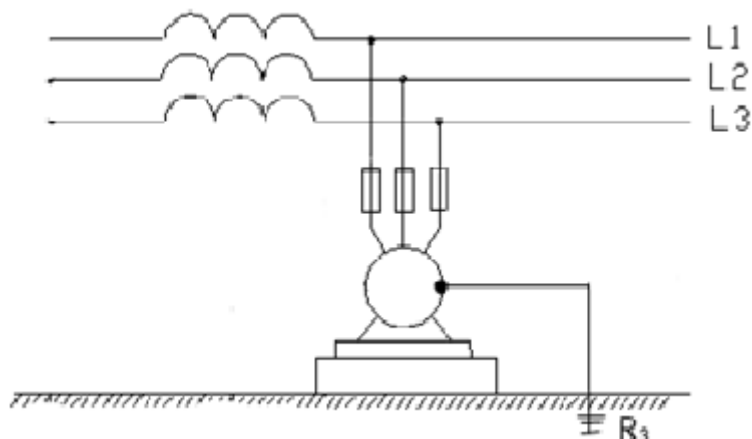


Рисунок 4.1 Схема заземлення сушильної групи КРМ

Забезпечення електробезпеки є дуже важливим чинником, при проектуванні сушильної групи, тому що дозволяє зменшити ймовірність смертельного випадку чи травматизму серед обслуговуючого персоналу у виробничих умовах.

4.6 Пожежна безпека

Картон, який надходить на сушильну групу КРМ, досить високої температури, крім того він має самозапальну здатність при температурі $T = 380$ °С. Також при роботі сушильної групи використовуються горючі змащувальні матеріали. Виходячи з цього, приміщення, в якому знаходиться сушильна група КРМ, згідно з стандартами відноситься до такої класифікації по ОНТП 24-86 – В.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

В цілях протипожежної безпеки на виробництві систематично видаляється пил з сушильної групи КРМ, своєчасно прибирається картонний брак, змащувальні матеріали зберігаються в металевих ящиках в відведених місцях, палити дозволяється в спеціально відведених місцях.

Можливими причинами пожежі можуть бути:

- порушення технологічного режиму;
- куріння в невстановлених місцях;
- несправність електрообладнання й електромережі;
- розряди статичної електрики.

При виникненні пожежі необхідно, не зволікаючи, вимкнути вентиляцію (як приточну, так і витяжну), а швидкість машини знизити до мінімальної. Зупинити машину слід по особливому розпорядженню. В місцях скупчення сухого картонного браку потрібно встановити сплинкерну систему, яка автоматично вмикається при підвищенні температури в приміщенні вище встановленої.

Також при первинній пожежній небезпеці повинні бути здійсненні першочергові заходи пожежогасіння. Першочергові засоби пожежогасіння необхідні для усунення невеликих осередків пожежі, а також для гасіння пожеж у початковій стадії силами працівників, які працюють на місці пожежі до прибуття пожежників.

Першочерговими засобами гасіння пожежі є:

- ОУ – 5(ВВК – 3,5) у кількості 4 шт;
- ОУ – 3 (ВВК - 2) у кількості 4 шт;
- ящики з піском - 4 шт.;
- пожежні гідранти - 6 шт.

Першочерговими засобами пожежогасіння є: вогнегасники, пожежний інвентар (бочки з водою, пожежні відра, ящики з піском, совкові лопати, протипожежні покривала) та пожежний інструмент (гаки, ломы, сокири тощо).

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вогнегасники та пожежний інвентар пофарбовані в червоний колір, а бочки з водою та ящики з піском мають додаткові написи білою фарбою. Пожежний інструмент пофарбований у чорний колір.

Бочки для зберігання води з метою пожежогасіння встановлюються у виробничому приміщенні. Такі бочки мають також пожежне відро ємністю не менше 8 л.

Ящики для піску вміщають 0,5, 1,0 або 3,0 м³ та мають у своєму складі совкову лопату.

Нижче наведено схему евакуації при пожежі (рисунок 4.2).

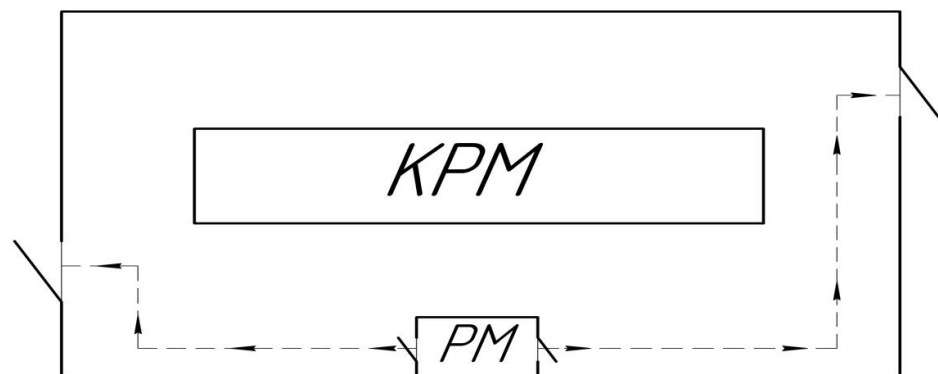


Рисунок 4.2 Схема евакуації

Протипожежні покривала обов'язково виготовляють з негорючої теплоізоляційної тканини або грубововняного полотна. Вони мають розмір не менш як 2х1 м та 2х2 м.

Протипожежна безпека сушильної групи КРМ відповідає вимогам СНиП 2.01.02-85.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

5 Розрахунки, які підтверджують працездатність та надійність конструкції

5.1 Технологічний розрахунок першої групи сушильних циліндрів

Мета розрахунку: визначення кількості сушильних циліндрів в першій сушильній групі сушильної частини КРМ, що необхідні для досягнення заданої кінцевої сухості картонного полотна за заданих параметрах технологічного процесу.

Розрахункова схема зображена на рисунку 5.1.

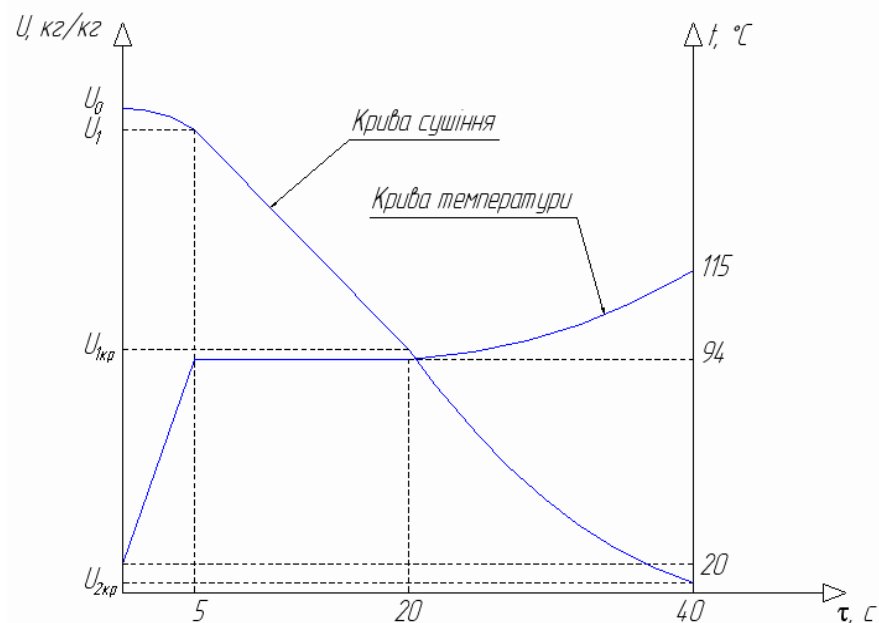


Рисунок 5.1 – Графічне зображення процесу сушіння картонного полотна

Вихідні дані:

Початкова сухість полотна $S_{п}, \%$	46
Кінцева сухість полотна $S_{к}, \%$	52
Швидкість машини $v, \text{м/с}$ (м/хв)	8,3 (500)
Маса 1 м^2 абсолютно сухого картону $q, \text{кг/м}^2$	0,18
Обрізна ширина картонного полотна $B, \text{м}$	4,2
Сухість на накаті $S_{н}, \%$	94

Тиск пари (надлишковий) в циліндрі Р, МПа 0,5

Діаметр сушильного циліндра D, м 1,5

Розрахунок ведемо за методикою, викладеною в [1].

Продуктивність машини по абсолютно сухому картону:

$$G_{асп} = BvgS_n = 4,2 \cdot 8,3 \cdot 0,18 \cdot 0,94 = 5,898 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Площа активної поверхні сушильного циліндра діаметром D , товщиною стінки $\delta_{ст}$:

$$F_{ц} = \pi DB\phi_{ц} = 3,14 \cdot 1,5 \cdot 4,2 \cdot 0,67 = 13,05 \text{ м}^2,$$

де $\phi_{ц}$ – доля обхвату циліндра полотном дорівнює, $\phi_{ц} = 0,66$.

Середня температура картонного полотна за періодами сушіння :

– в період прогріву:

$$\bar{t}_{пр} = \frac{t_{пр} + t_1}{2} = \frac{20 + 94}{2} = 57 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

де $t_{пр}$ - температура полотна початкова, $t_{пр} = 20^{\circ}\text{C}$;

t_1 – температура картонного полотна на початку першого періоду сушіння, $t_1 = 94^{\circ}\text{C}$;

– в першому періоді:

$$\bar{t}_1 = \frac{t_1 + t_{1кр}}{2} = \frac{94 + 94}{2} = 94 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

де $t_{1кр}$ - температура картонного полотна наприкінці першого/на початку другого періоду сушіння $t_{1кр} = 94^{\circ}\text{C}$.

– в другому періоді:

$$\bar{t}_2 = \frac{t_{1кр} + t_{2кр}}{2} = \frac{94 + 115}{2} = 104,5 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

де $t_{2кр}$ - температура картонного полотна в кінці другого періоду сушіння $t_{2кр} = 115^{\circ}\text{C}$.

Коефіцієнт теплопередачі, що враховує нестационарність теплового режиму [1]:

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k = \frac{1 - \alpha_q}{\phi_u} \cdot \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{ct}}{\lambda_{ct}} + \frac{1 - \alpha_q}{\phi_{ca} \alpha_2}} = \frac{1 - 0,04}{0,66} \cdot \frac{1}{\frac{1}{4} + \frac{0,025}{0,05} + \frac{1 - 0,04}{0,66 \cdot 0,8}} = 0,566 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2\text{К}},$$

де α_q – частка тепла, що віддається бічною поверхнею циліндра повітря,
 $\alpha_q = 0,04 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2\text{К}};$

α_1 – коефіцієнт теплообміну при конденсації пари на внутрішній поверхні циліндра для тихохідних та середньохідних машин, $\alpha_1 = 4 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2\text{К}};$

δ_{ct} – товщина стінки $\delta_{ct} = 0,025 \text{ м};$

λ_{ct} – коефіцієнт теплопровідності чавуну, $\lambda_{ct} = 0,05 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2\text{К}};$

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні циліндра до картону, $\alpha_2 = 0,8 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2\text{К}}.$

Попередньо розраховуємо сушильну групу без врахування інфрачервоних випромінювачів (ІЧВ).

Питомий тепловий потік від сушильного циліндра на активній поверхні його нагрівання:

В період прогріву:

$$q_{\text{пр}} = k(t_s - \bar{t}_{\text{пр}}) = 0,566 \cdot (159 - 57) = 57,57 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

В першому періоді:

$$q_1 = k(t_s - \bar{t}_1) = 0,566 \cdot (159 - 94) = 36,81 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

В другому періоді:

$$q_2 = k(t_s - \bar{t}_2) = 0,566 \cdot (159 - 104,5) = 30,87 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

Вологовміст картонного полотна:

– початковий вологовміст полотна:

$$u_n = \frac{100 - S_n}{S_n} = \frac{100 - 46}{46} = 1,174,$$

де S_n – сухість полотна початкова, $S_n = 46\%;$

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вологовміст полотна в кінці періоду прогріву:

$$u_1 = 0,9u_n = 0,9 \cdot 1,174 = 1,057 ;$$

- вологовміст полотна після першої сушильної групи:

$$u_k = \frac{100 - S_k}{S'_k} = \frac{100 - 52}{52} = 0,923 ,$$

де S_k - сухість полотна кінцева, $S_k=52\%$.

Критичний вологовміст полотна (на початку другого періоду):

$$u_{1кр} = 0,9 - \text{для картону [1].}$$

Отже, сушіння картону в першій сушильній групі КРМ відбувається в періодах прогріву та першому періоді сушіння, адже $u_k < u_{1кр}$. Тому надалі розраховуємо ці періоди сушіння.

Питомі теплоти пароутворення обираються за таблицями, наведеними в [10], в залежності від середньої температури полотна та, відповідно, вологи в кожному з періодів сушіння:

$$r_{пр} = 2365,6 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \text{ (відповідає температурі } \bar{t}_{пр} = 57^\circ\text{C);}$$

$$r_1 = 2273,5 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \text{ (відповідає температурі } \bar{t}_1 = 94^\circ\text{C).}$$

Тепловий баланс

Кількість теплоти, необхідної для нагрівання та сушіння вологого картонного полотна за періодами сушіння:

- в період прогріву:

$$Q_{пр} = \frac{G_{асп}}{\psi_{пр}} \left[(c_{вол} + u_1 \cdot c_p)(t_1 - t_0) + (u_n - u_1) \bar{r}_{пр} \right] =$$

$$= \frac{5,898}{1} \left[(1,425 + 1,057 \cdot 4,19) \cdot (94 - 20) + (1,174 - 1,057) \cdot 2365,6 \right] = 4192 \text{ кВт},$$

де $\psi_{пр}$ – коефіцієнт використання тепла в період прогріву, $\psi_{пр}=1$;

- в першому періоді:

$$Q_1 = \frac{G_{асп}}{\psi_1} \left[(u_1 - u_k) \bar{r}_1 \right] = \frac{5,898}{0,92} \left[(1,057 - 0,923) \cdot 2273,5 \right] = 1945 \text{ кВт},$$

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ψ_1 – коефіцієнт використання тепла в першому періоді, $\psi_1 = 0,92$;

$c_{\text{вол}}$ – питома теплоємність абсолютно сухого волокна,
 $c_{\text{вол}} = 1,425 \frac{\text{кДж}}{\text{кгК}}$.

Необхідне число циліндрів за періодами сушіння без врахування інфрачервоних випромінювачів, шт:

а) в період прогріву:

$$n_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{\bar{q}_{\text{пр}} F_{\text{ц}}} = \frac{4192}{57,77 \cdot 13,06} = 5,6;$$

б) в першому періоді:

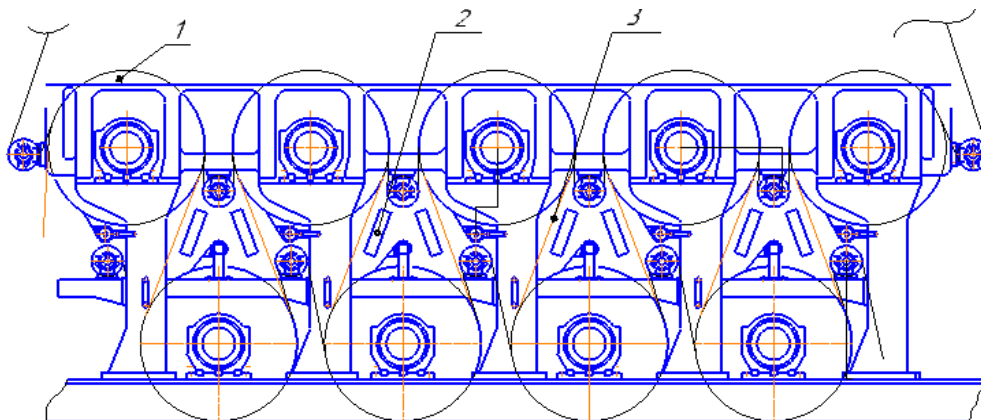
$$n_1 = \frac{Q_1}{\bar{q}_1 F_{\text{ц}}} = \frac{1945}{36,81 \cdot 13,06} = 4 \text{ шт.}$$

Сумарна кількість циліндрів

$$n_{\text{лгр}} = n_{\text{лгр}} = n_{\text{пр}} + n_1 = 4 + 5,6 = 9,6 \approx 10 \text{ шт.}$$

Перераховуємо сушильну групу з врахуванням ІЧВ з попередньо прийнятою кількістю сушильних циліндрів.

Згідно рисунка 5.2 за таких умов в першій сушильній групі можна розмістити 8 ІЧВ.



1 – сушильний циліндр; 2 – інфрачервоний випромінювач; 3 – картонне
полотно.

Рисунок 5.2 – Сушильна група з ІЧВ

Питомий тепловий потік від ІЧВ:

– в періоді прогріву:

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$q_{\text{ІЧВ.пр}} = \varepsilon \sigma \left(\left(\frac{T_{\text{ІЧВ}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{карт.пр}}}{100} \right)^4 \right) = 0,9 \cdot 5,76 \cdot \left(\left(\frac{1023}{100} \right)^4 - \left(\frac{330}{100} \right)^4 \right) = 56162 \text{ Вт/м}^2;$$

– в першому періоді сушіння:

$$q_{\text{ІЧВ.1}} = \varepsilon \sigma \left(\left(\frac{T_{\text{ІЧВ}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{карт.1}}}{100} \right)^4 \right) = 0,9 \cdot 5,76 \cdot \left(\left(\frac{1023}{100} \right)^4 - \left(\frac{367}{100} \right)^4 \right) = 55836 \text{ Вт/м}^2,$$

де $\varepsilon = 0,9$ – ступінь чорноти картону;

$\sigma = 5,76 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^4}$ – стала Стефана-Больцмана;

$T_{\text{ІЧВ}}$ – температура робочої поверхні ІЧВ, °К;

$T_{\text{карт.пр}}$ – температура картону в періоді прогріву, °К;

$T_{\text{карт.1}}$ – температура картону в першому періоді сушіння, °К.

Площа випромінювання одного інфрачервоного випромінювача:

$$F_{1\text{ІЧВ}} = L_{\text{ІЧВ}} \cdot b_{\text{ІЧВ}} = 0,38 \cdot 4,25 = 1,615 \text{ м}^2.$$

Загальна площа випромінювання в періоді прогріву:

$$F_{\text{ІЧВ.пр}} = n_{\text{ІЧВ.пр}} \cdot F_{1\text{ІЧВ}} = 4 \cdot 1,615 = 6,46 \text{ м}^2,$$

де $n_{\text{ІЧВ.пр}}$ – кількість ІЧВ в періоді прогріву; $n_{\text{ІЧВ.пр}} = 4$.

Загальна площа випромінювання в першому періоді сушіння:

$$F_{\text{ІЧВ.1}} = n_{\text{ІЧВ.1}} \cdot F_{1\text{ІЧВ}} = 4 \cdot 1,615 = 6,46 \text{ м}^2,$$

де $n_{\text{ІЧВ.1}}$ – кількість ІЧВ в першому періоді сушіння; $n_{\text{ІЧВ.1}} = 4$.

Тепловий потік від ІЧВ до картонного полотна в періоді прогріву:

$$Q_{\text{ІЧВ.пр}} = q_{\text{ІЧВ.пр}} \cdot F_{\text{ІЧВ.пр}} = 56162 \cdot 6,46 = 362800 \text{ Вт.}$$

Тепловий потік від ІЧВ до картонного полотна в першому періоді сушіння:

$$Q_{\text{ІЧВ.1}} = q_{\text{ІЧВ.1}} \cdot F_{\text{ІЧВ.1}} = 55836 \cdot 6,46 = 360700 \text{ Вт.}$$

Уточнюємо кількість поглинутої теплоти від сушильного циліндра:

– в періоді прогріву:

$$Q_{\text{пр.ц}} = Q_{\text{пр}} - Q_{\text{пр.ІЧВ}} = 4192000 - 362800 = 389200 \text{ Вт};$$

– в першому періоді сушіння:

$$Q_{1.\text{ц}} = Q_1 - Q_{1.\text{ІЧВ}} = 1945100 - 360700 = 1584400 \text{ Вт.}$$

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Уточнюємо кількість сушильних циліндрів:

– в періоді прогріву:

$$n_{np} = \frac{Q_{пр.сц}}{\bar{q}_{пр} F_{ц}} = \frac{38,92 \cdot 10^5}{57,77 \cdot 10^3 \cdot 13,06} = 5,077 \text{ шт.};$$

– в першому періоді сушіння:

$$n_1 = \frac{Q_{1.сц}}{\bar{q}_1 F_{ц}} = \frac{15,84 \cdot 10^5}{36,81 \cdot 10^3 \cdot 13,06} = 3,296 \text{ шт.}$$

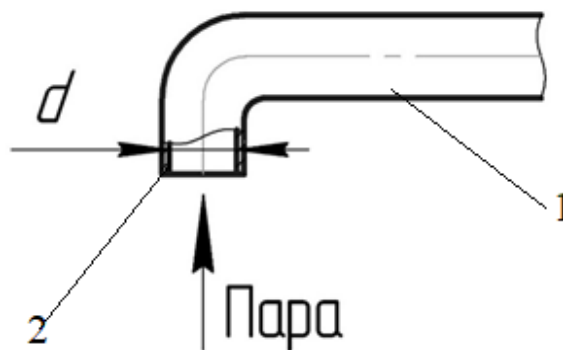
Уточнюємо загальну кількість циліндрів першої сушильної групи:

$$n_{1гр} = n_{np} + n_1 = 5,077 + 3,296 = 8,373 \approx 9 \text{ шт.}$$

Висновок: загальна кількість циліндрів першої привідної групи, яка потрібна на сушіння картону за даними початкової та кінцевої сухості, складає 9 шт.

5.2 Розрахунок паровпускної головки

Мета розрахунку: визначення діаметра паропроводу паровпускної головки.
Розрахункова схема зображена на рисунку 5.3.



1 – трубопровід; 2 – вхідний отвір

Рисунок 5.3 – Розрахункова схема паровпускної головки

Вихідні дані:

Питомий об'єм пари $V_{рп}$, м³/кг 0,312

Питома теплота пароутворення r , Дж/кг $2,3 \cdot 10^6$

Швидкість пари W , м/с 35

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок ведемо за методикою, викладеною в [1].

Масову витрату пари на один циліндр:

– в періоді прогріву:

$$G_{\text{п}}^{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{n_{\text{пр}} \cdot r \cdot \eta_{\text{пр}}} = \frac{4192 \cdot 10^3}{5 \cdot 2,3 \cdot 10^6 \cdot 0,94} = 0,388 \text{ кг/с},$$

де $\eta_{\text{пр}} = 0,94$ – коефіцієнт зберігання теплоти в періоді прогріву;

– в першому періоді сушіння:

$$G_{\text{п}}^1 = \frac{Q_1}{n_1 \cdot r \cdot \eta_1} = \frac{2281 \cdot 10^3}{4 \cdot 2,3 \cdot 10^6 \cdot 0,9} = 0,275 \text{ кг/с},$$

де $\eta_1 = 0,9$ – коефіцієнт зберігання теплоти в першому періоді сушіння.

Діаметр паропроводу паровпускної головки:

– в періоді прогріву:

$$d_{\text{п}}^{\text{пр}} = \sqrt{\frac{4 \cdot G_{\text{п}}^{\text{пр}} \cdot V_{\text{рп}}}{\pi \cdot W}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,388 \cdot 0,312}{3,14 \cdot 35}} = 0,067 \text{ м}.$$

Згідно з ГОСТ 8732-78 обираємо $d_{\text{п}}^{\text{пр}} = 68 \text{ мм}$.

– в першому періоді сушіння:

$$d_{\text{п}}^1 = \sqrt{\frac{4 \cdot G_{\text{п}}^1 \cdot V_{\text{рп}}}{\pi \cdot W}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,275 \cdot 0,312}{3,14 \cdot 35}} = 0,057 \text{ м}.$$

Згідно з ГОСТ 8732-78 обираємо $d_{\text{п}}^1 = 68 \text{ мм}$.

З конструкційний міркувань обираємо паропровід з діаметром $d_{\text{п}} = 68 \text{ мм}$.

Для обраного паропроводу за ГОСТ 12820-80 обираємо фланець (рисунок 5.4) з такими характеристиками $D = 150 \text{ мм}$, $D_2 = 79 \text{ мм}$, $D_1 = 120 \text{ мм}$.

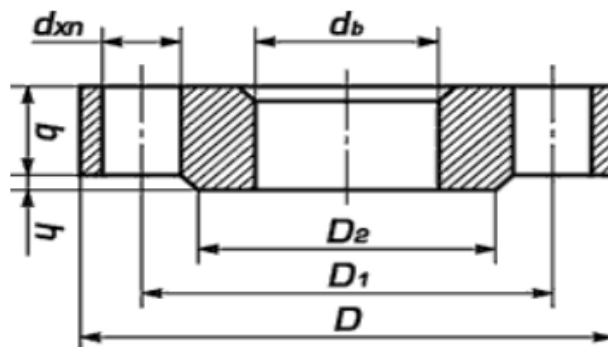


Рисунок 5.4 – Фланець

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Отже, для забезпечення заданих витрат пари необхідно трубопровід, у якого діаметр умовного проходу рівний 68 мм.

5.3 Розрахунок сушильного циліндра на міцність

5.3.1 Розрахунок товщини стінки циліндричної оболонки сушильного циліндра

Метою розрахунку є визначення товщини стінки циліндричної обичайки сушильного циліндру, яка задовольняє умовам міцності.

Розрахункова схема циліндричної оболонки наведена на рисунку 5.5.

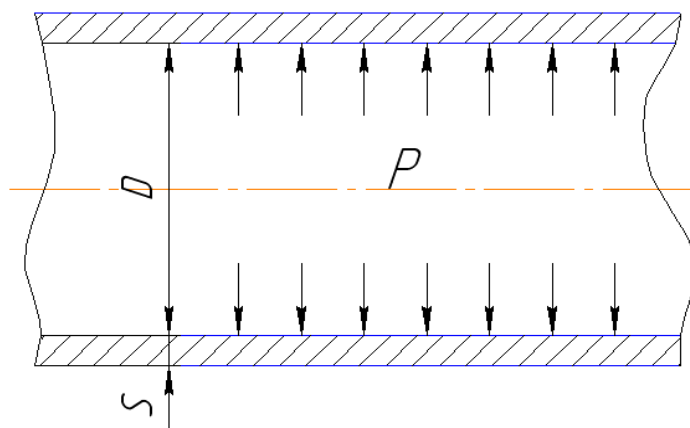


Рисунок 5.5 – Розрахункова схема циліндричної оболонки

Вихідні дані:

Розрахунковий тиск в середині апарата P , МПа 0,5

Діаметр апарата D , м 1,5

Допустиме напруження матеріалу $[\sigma]$, МПа [10] 30

Матеріал чавун СЧ30

Розрахунок ведемо за методикою, викладеною в [1].

Розрахункову товщину стінки оболонки визначаємо за стандартною формулою (ГОСТ 14249-89):

$$S_R = \frac{PD}{2[\sigma]\varphi - P} = \frac{0,5 \cdot 1,5}{2 \cdot 30 \cdot 0,95 - 0,5} = 0,013 \text{ м,}$$

де $\phi = 0,95$ – коефіцієнт міцності зварного шва.

Додаток на компенсацію корозії:

$$C_1 = v \cdot \tau = 0,25 \cdot 25 = 6,2 \text{ мм},$$

де $v = 0,25$ мм/рік – швидкість корозії;

$\tau = 25$ років – строк служби апарата.

Загальний додаток до товщини оболонки:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 0,0062 + 0,001 + 0,001 = 0,0082 \text{ м.}$$

де $C_2 = 0,001$ м – додаток на компенсацію від'ємного допуску до товщини листа;

$C_3 = 0,001$ м – технологічний додаток, який визначається заводом і пов'язана зі зміною листа при формуванні деталі.

Виконавча товщина стінки оболонки:

$$S = S_R + C_1 + C_2 + C_3 = 0,013 + 0,0062 + 0,001 + 0,001 = 0,0212 \text{ м.}$$

Приймаємо стандартний лист товщиною 0,025 м.

Допустимий тиск (за ГОСТ 14249-89):

$$[P] = \frac{2[\sigma]\phi(S-C)}{D+S-C} = \frac{2 \cdot 30 \cdot 0,95 \cdot (25-8,2)}{1500+25-8,2} = 0,65 \text{ МПа.}$$

Перевіряємо умову міцності:

$$P < [P].$$

Підставивши дані в умову міцності, маємо:

$$0,5 \text{ МПа} < 0,65 \text{ МПа.}$$

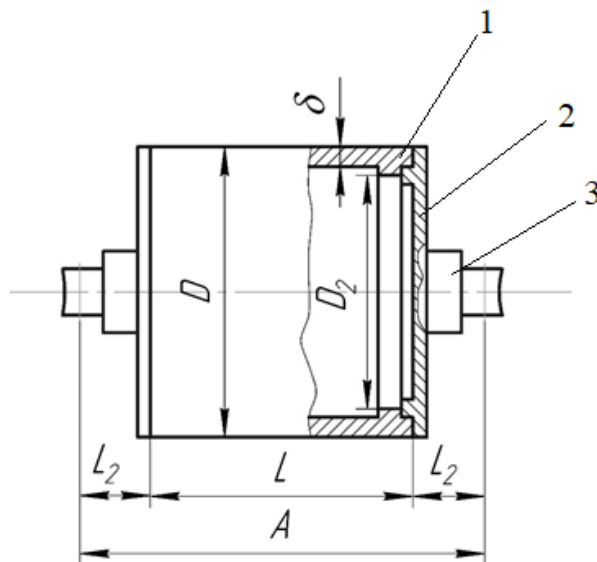
Висновок: умова міцності виконується, отже вибрана товщина стінки $S = 0,025$ м оболонки забезпечує міцність апарата в умовах робочих навантажень.

5.3.2 Розрахунок силових факторів

Метою розрахунку є визначення сумарного навантаження, розподіленого по довжині бочки циліндра, та реакцій в опорах.

Розрахункова схема сушильного циліндру на рисунку 5.6.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – оболонка; 2 – кришка; 3 - цапфа

Рисунок 5.6 – Розрахункова схема сушильного циліндра

Вихідні дані:

Маса циліндра, кг	7500
Діаметр сушильного циліндра D , м	1,5
Товщина стінки корпусу циліндра δ , м	0,025
Довжина бочки циліндра L , м	4,68
Натяг сітки S , Н/м	$3,5 \cdot 10^3$

Розрахунок ведемо зв методикою, викладеною в [1].

Розрахунок ведеться для верхнього сушильного циліндра як більш навантаженого.

Сила тяжіння циліндра:

$$G = mg = 7500 \cdot 9,81 = 73575 \text{ Н.}$$

Навантаження від сили тяжіння циліндра:

$$q_{\text{ц}} = \frac{G}{L} = \frac{73575}{4,68} = 15721 \text{ Н/м.}$$

Навантаження від натягу сітки:

$$q_{\text{н}} = 2S = 2 \cdot 3,5 \cdot 10^3 = 7000 \text{ Н/м.}$$

Навантаження від сили тяжіння конденсату:

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_k = 0,5 \frac{\pi}{4} (D - 2\delta)^2 \gamma = 0,5 \cdot \frac{3,14}{4} (1,5 - 2 \cdot 0,025)^2 \cdot 9,81 \cdot 10^3 = 8096 \text{ Н/м},$$

де $\delta = 0,025$ м – товщина стінки корпусу циліндра;

$\gamma = 9,81 \cdot 10^3$ Н/м³ – питома вага води.

Сумарне навантаження, розподілене по довжині бочки циліндра:

$$q = q_{\text{ц}} + q_{\text{н}} + q_k = 15721 + 7000 + 8095 = 30817 \text{ Н/м}.$$

Реакція в опорах:

$$R = \frac{qL}{2} = \frac{30817 \cdot 4,68}{2} = 72111 \text{ Н}.$$

Висновок: сумарне навантаження на підшипники сушильного циліндра складає 72111 Н.

5.3.3 Розрахунок корпусу циліндра

Метою розрахунку є перевірка на міцність корпусу циліндра, визначивши границю міцності та порівняти значення з допустимим.

Розрахункова схема наведена на рисунку 5.7.

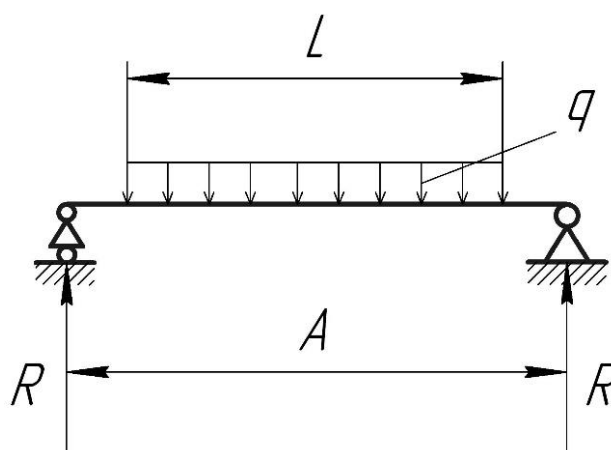


Рисунок 5.7 – Розрахункова схема навантаження

Вихідні дані:

Діаметр сушильного циліндра D, м	1,5
Товщина стінки корпусу циліндра δ , м	0,025
Тиск пари p, МПа	0,5
Швидкість машини V, м/с	8,3

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Матеріал корпусу

чавун СЧ35

Густина матеріалу корпусу ρ , кг/м³

$7,8 \cdot 10^3$

Тимчасовий опір матеріалу корпусу, $\sigma_{в.кор}$, Па [6]

$210 \cdot 10^6$

Відстань між підшипниками A , м

5,994

Розрахунок ведеться за методикою, викладеною в [1].

Найбільший згинаючий момент:

$$M = R \frac{A}{2} - \frac{qL^2}{8} = 72111 \frac{5,994}{2} - \frac{30817 \cdot 4,68^2}{8} = 1,318 \cdot 10^5 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Момент опору:

$$W = 0,1D^3 \left[1 - \left(1 - \frac{2\delta}{D} \right)^4 \right] = 0,1 \cdot 1,5^3 \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{2 \cdot 0,025}{1,5} \right)^4 \right] = 42,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^{-3}.$$

Найбільше напруження згинання:

$$\sigma_{\text{зе}} = \frac{M}{W} = \frac{1,318 \cdot 10^5}{42,8 \cdot 10^{-3}} = 3,078 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Напруження по колу, створюване тиском:

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{p(D-2\delta)}{2\delta} = \frac{5 \cdot 10^5 (1,5 - 2 \cdot 0,025)}{2 \cdot 0,025} = 1,45 \cdot 10^7 \text{ Па}.$$

Напруження по колу, створюване відцентровою силою:

$$\sigma_{\phi 2} = \rho v^2 = 7,8 \cdot 10^3 \cdot 8,3^2 = 5,373 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

Загальне напруження по колу циліндра:

$$\sigma_{\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} = 14,5 \cdot 10^6 + 0,537 \cdot 10^6 = 15,04 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Осьове напруження в корпусі, створюване тиском:

$$\sigma_{\text{тр}} = \frac{p(D-2\delta)^2}{4(D-\delta)\delta} = \frac{5 \cdot 10^5 (1,5 - 2 \cdot 0,025)^2}{4(1,5 - 0,025) \cdot 0,025} = 7,127 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Найбільше сумарне осьове напруження в корпусі:

$$\sigma_z = \sigma_{\text{зе}} + \sigma_{\text{тр}} = 3,078 \cdot 10^6 + 7,127 \cdot 10^6 = 10,21 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Використавши четверту теорію міцності, визначимо розрахункове напруження:

$$\sigma_{\text{розр}} = \sqrt{\sigma_{\phi}^2 + \sigma_z^2 - \sigma_{\phi} \sigma_z} = \sqrt{15,04^2 + 10,21^2 - 15,04 \cdot 10,21} = 13,3 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Запас міцності:

$$n = \frac{\sigma_{\text{в.кор}}}{\sigma_{\text{розр}}} = \frac{210 \cdot 10^6}{13,3 \cdot 10^6} = 15,79.$$

Умова міцності:

$$n \geq [n].$$

В даному випадку маємо:

$$15,79 > 7,$$

тобто умова міцності виконується.

Висновок: в результаті даного розрахунку встановлено, що умова міцності корпусу сушильного циліндра виконується.

5.3.4 Розрахунок кришки циліндра

Метою даного розрахунку є перевірка міцності кришки сушильного циліндра.

Розрахункова схема показана на рисунках 5.8 та 5.9.

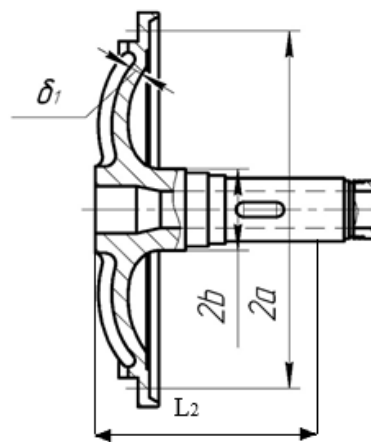


Рисунок 5.8 – Кришка сушильного циліндра



Рисунок 5.9 – Зусилля, що діють на кришку

Вихідні дані до розрахунку:

Радіус кришки по болтовому колу, a , м	0,7
Радіус кришки в місці переходу цапфи на таріль, b , м	0,15
Товщина стінки кришки, δ_1 , м	0,05
Коефіцієнт Пуассона, μ	0,25
Надлишковий тиск пари, p , Па	$5 \cdot 10^5$
Відстань від опори до найбільш навантаженого перерізу кришки, L_2 , м	0,795
Мінімальний допустимий запас міцності $[n]_k$	7
Матеріал кришки	СЧ35:
Тимчасовий опір матеріалу кришки, $\sigma_{в.к}$, Па [6]	$350 \cdot 10^6$
Розрахунок здійснюється згідно з методикою, викладеною в [1].	
Згинальний момент, що діє на кришку:	

$$M = RL_2 = 72111 \cdot 0,795 = 57328 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Найбільше напруження в кришці від тиску пари в циліндрі:

$$\begin{aligned} \sigma_p &= \frac{3p}{4\delta_1} \left[(a^2 + b^2) - \frac{4a^2b^2}{a^2 + b^2} \ln \left(\frac{a}{b} \right) \right] = \\ &= \frac{3 \cdot 5 \cdot 10^6}{4 \cdot 0,05} \cdot \left[(0,7^2 + 0,15^2) - \frac{4 \cdot 0,7^2 \cdot 0,15^2}{0,7^2 + 0,15^2} \ln \left(\frac{0,7}{0,15} \right) \right] = 28,5 \cdot 10^6 \text{ Па}. \end{aligned}$$

Величина, обернена до коефіцієнта Пуассона:

$$c = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{0,25} = 4.$$

Коефіцієнт k :

$$k = \frac{0,1a^2}{(b + 0,28a)^2} = \frac{0,1 \cdot 0,7^2}{(0,15 + 0,28 \cdot 0,7)^2} = 0,409.$$

Найбільше напруження в кришці від згинального моменту:

$$\begin{aligned} \sigma_M &= \frac{3M}{4\pi\delta_1 b} \left[1 + \frac{c+1}{c} \ln \frac{2(0,45a-b)}{0,45ka} \right] = \\ &= \frac{3 \cdot 57328}{4 \cdot 3,14 \cdot 0,05 \cdot 0,15} \cdot \left[1 + \frac{4+1}{4} \ln \frac{2(0,45 \cdot 0,7 - 0,15)}{0,45 \cdot 0,409 \cdot 0,7} \right] = 3,971 \cdot 10^6 \text{ Па}. \end{aligned}$$

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Сумарне напруження:

$$\sigma = \sigma_p + \sigma_M = 28,5 \cdot 10^6 + 3,971 \cdot 10^6 = 32,47 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

Запас міцності:

$$n_k = \frac{\sigma_{в.к.}}{\sigma}.$$

Умова міцності:

$$n_k \geq [n]_k.$$

В даному випадку маємо:

$$10,78 > 7,$$

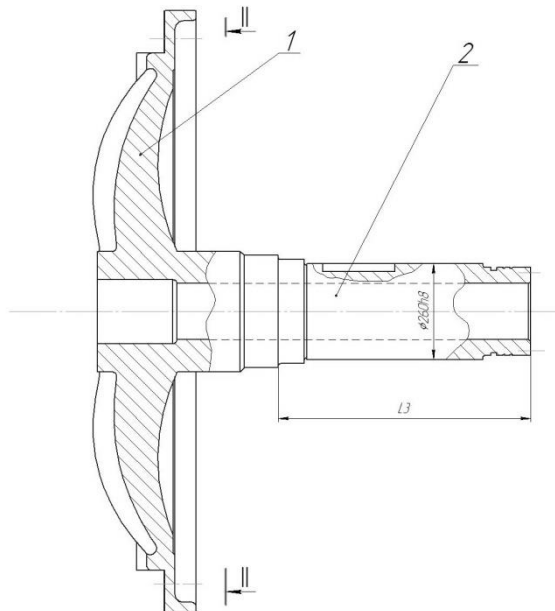
тобто умова міцності кришки виконується.

Висновок: в результаті даного розрахунку встановлено, що умова міцності кришки сушильного циліндра виконується.

5.3.5 Розрахунок цапф циліндра

Мета розрахунку: перевірити цапфи на міцність

Схема розрахунку зображена на рисунку 5.10



1 – кришка, 2 – цапфа

Рисунок 5.10 – Цапфа сушильного циліндра

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Вихідні дані:

Діаметр цапфи d , м 0,26;

Відстань від опори до небезпечного перерізу II-II L_3 , м, 0,51;

Товщина стінки цапфи $\delta_{ц}$, м 0,05.

Розрахунок ведемо за методикою викладеною в [7].

Програма розрахунку наведена в додатку Б.

Границя витривалості матеріалу цапфи при симетричному циклі вигину, МПа:

$$\sigma_{-1} = 0,43\sigma_B. \quad (5.1)$$

Момент опору цапфи валу, м³:

$$W = 0,1d^3 \left(1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right) \quad (5.2)$$

Згинаючий момент, Н·м:

$$M_u = R \cdot L_3 \quad (5.3)$$

Напруга при вигині, МПа [7]:

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W} \quad (5.4)$$

Запас міцності не менше 5 для машин з обрізною шириною до 4200 мм:

$$n = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_u} \quad (5.5)$$

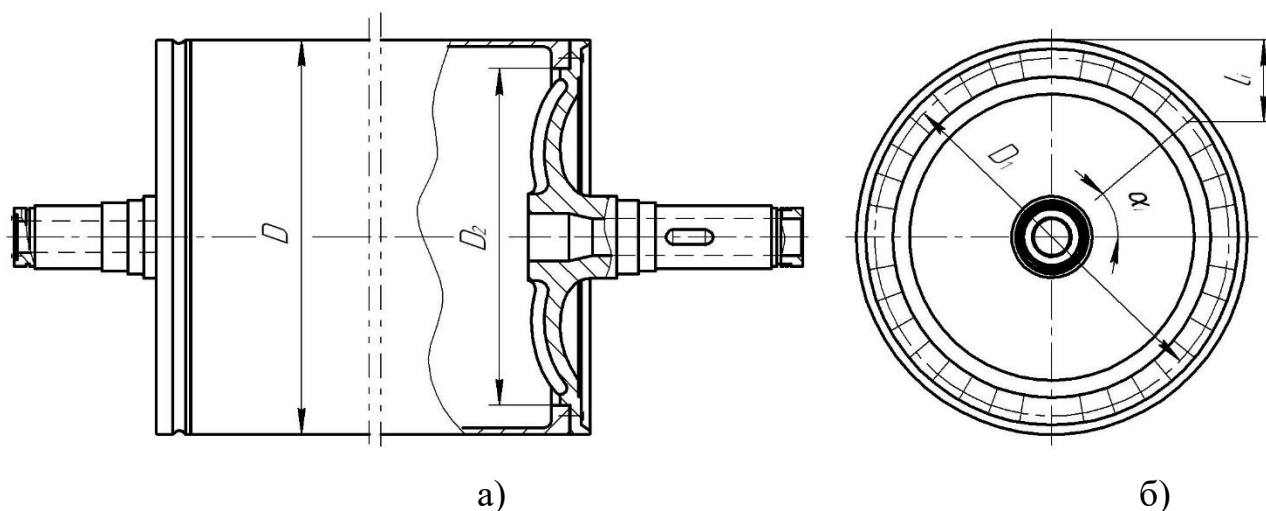
Висновок: отриманий запас міцності дозволяє експлуатацію цапф приданих умовах.

5.3.6 Розрахунок болтів

Метою даного розрахунку є перевірка міцності болтів, що з'єднують корпус циліндра сушильного із кришками.

Розміщення болтів зображено на рисунку 5.11.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а – головний вид; б – вид збоку

Рисунок 5.11 – Розміщення болтів

Вихідні дані до розрахунку:

Зовнішній діаметр циліндра, D , м	1,5
Діаметр болтового кола, D_1 , м	1,4
Зовнішній діаметр болта, d_6 , м	0,03
Надлишковий тиск пари, p , Па	$5 \cdot 10^5$
Діаметр кришки циліндра, що безпосередньо піддається впливу внутрішнього тиску, D_2 , м	1,29
Кількість болтів, N_6	36
Кут розміщення болтів, α , град	10
Згинальний момент, що діє на кришку, M , Н·м	57328
Мінімальний допустимий запас міцності за амплітудою, $[n_a]$ [1]	4
Мінімальний допустимий запас міцності за максимальними напруженнями, $[n]_6$ [1]	2,5
Коефіцієнт основного навантаження, χ [1]	0,3
Коефіцієнт запасу проти розкриття стику, $k_{ст}$ [1]	4
Ефективний коефіцієнт концентрації напружень, k_σ [1]	0,85
Матеріал болтів	Сталь45
Допустиме напруження матеріалу болтів, σ_{16} , Па [11]	$270 \cdot 10^6$
Границя плинності матеріалу болтів, σ_T , Па [11]	$450 \cdot 10^6$

Розрахунок проводиться згідно з методикою, наведеною в [1].

Площа поперечного перетину болта:

$$F_6 = \frac{\pi d_6^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,03^2}{4} = 7,07 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Відстань від осей болтів до верхньої кромки циліндра:

$$l_1 = 0,5(D - D_1 \sin \alpha_1) = 0,5(1,5 - 1,4 \sin 90^\circ) = 0,05 \text{ м};$$

$$l_2 = 0,5(D - D_1 \sin \alpha_2) = 0,5(1,5 - 1,4 \sin 80^\circ) = 0,06 \text{ м};$$

$$l_3 = 0,5(D - D_1 \sin \alpha_3) = 0,5(1,5 - 1,4 \sin 70^\circ) = 0,09 \text{ м};$$

$$l_4 = 0,5(D - D_1 \sin \alpha_4) = 0,5(1,5 - 1,4 \sin 60^\circ) = 0,14 \text{ м};$$

$$l_5 = 0,5(D - D_1 \sin \alpha_5) = 0,5(1,5 - 1,4 \sin 50^\circ) = 0,21 \text{ м};$$

$$l_6 = 0,5(D - D_1 \sin \alpha_6) = 0,5(1,5 - 1,4 \sin 40^\circ) = 0,3 \text{ м};$$

$$l_7 = 0,5(D - D_1 \sin \alpha_7) = 0,5(1,5 - 1,4 \sin 30^\circ) = 0,4 \text{ м};$$

$$l_8 = 0,5(D - D_1 \sin \alpha_8) = 0,5(1,5 - 1,4 \sin 20^\circ) = 0,51 \text{ м};$$

$$l_9 = 0,5(D - D_1 \sin \alpha_9) = 0,5(1,5 - 1,4 \sin 10^\circ) = 0,63 \text{ м};$$

$$l_{10} = 0,5(D - D_1 \sin \alpha_{10}) = 0,5(1,5 - 1,4 \sin 0^\circ) = 0,75 \text{ м};$$

$$l_{12} = 0,5(D - D_1 \sin \alpha_{12}) = 0,5(1,5 - 1,4 \sin(-20^\circ)) = 0,989 \text{ м};$$

$$l_{13} = 0,5(D - D_1 \sin \alpha_{13}) = 0,5(1,5 - 1,4 \sin(-30^\circ)) = 1,1 \text{ м};$$

$$l_{14} = 0,5(D - D_1 \sin \alpha_{14}) = 0,5(1,5 - 1,4 \sin(-40^\circ)) = 1,2 \text{ м};$$

$$l_{15} = 0,5(D - D_1 \sin \alpha_{15}) = 0,5(1,5 - 1,4 \sin(-50^\circ)) = 1,29 \text{ м};$$

$$l_{16} = 0,5(D - D_1 \sin \alpha_{16}) = 0,5(1,5 - 1,4 \sin(-60^\circ)) = 1,356 \text{ м};$$

$$l_{17} = 0,5(D - D_1 \sin \alpha_{17}) = 0,5(1,5 - 1,4 \sin(-70^\circ)) = 1,41 \text{ м};$$

$$l_{18} = 0,5(D - D_1 \sin \alpha_{18}) = 0,5(1,5 - 1,4 \sin(-80^\circ)) = 1,44 \text{ м};$$

$$l_{19} = 0,5(D - D_1 \sin \alpha_{19}) = 0,5(1,5 - 1,4 \sin(-90^\circ)) = 1,45 \text{ м},$$

де $\alpha_1 \dots \alpha_{19}$ – кут між горизонтальною віссю циліндра та віссю болта (рисунок 5.11).

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відстань від осі найбільш навантаженого болта до верхньої кромки циліндра:

$$l_{\max} = l_{19} = 1,45 \text{ м.}$$

Зусилля розтягу найбільш навантаженого болта від моменту M :

$$Q_M = \frac{M l_{\max}}{\sum_{i=1}^{19} l_i^2} = \frac{57687 \cdot 1,45}{14,84} = 5636 \text{ Н,}$$

де l_i – відстані від осей болтів до верхньої кромки циліндра, м.

Зусилля розтягу болта від тиску p :

$$Q_p = \frac{\pi D_2^2 p}{4 N_6} = \frac{3,14 \cdot 1,29^2 \cdot 5 \cdot 10^5}{4 \cdot 36} = 18143 \text{ Н.}$$

Сумарне зусилля розтягу, що діє на найбільш навантажений болт:

$$Q = Q_M + Q_p = 5602 + 18143 = 23745 \text{ Н.}$$

Амплітуда змінних напружень:

$$\sigma_a = \frac{\chi Q_M}{2 F_6} = \frac{0,3 \cdot 5602}{2 \cdot 7,065 \cdot 10^{-4}} = 1,189 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

Найбільше напруження:

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} &= \frac{1,3 k_{\text{ст}} (1 - \chi) Q + \chi Q_M}{F_6} = \\ &= \frac{1,3 \cdot 4 (1 - 0,3) \cdot 23745 + 0,3 \cdot 5602}{7,065 \cdot 10^{-4}} = 124,7 \cdot 10^6 \text{ Па.} \end{aligned}$$

Границя витривалості болта:

$$\sigma_{-1k} = \frac{\sigma_{-1\sigma}}{k_{\sigma}} = \frac{270 \cdot 10^6}{0,85} = 317,65 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

Запас міцності за амплітудою:

$$n_a = \frac{\sigma_{-1k}}{\sigma_a} = \frac{317,65 \cdot 10^6}{1,2 \cdot 10^6} = 264,71.$$

Умова міцності за амплітудою:

$$n_a \geq [n_a].$$

В даному випадку маємо:

$$264,7 > 4,$$

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тобто умова міцності болтів за амплітудою виконується.

Запас міцності за максимальними напруженнями:

$$n_6 = \frac{\sigma_r}{\sigma_{\max}} = \frac{450 \cdot 10^6}{125 \cdot 10^6} = 3,6.$$

Умова міцності за максимальними напруженнями:

$$n_6 \geq [n]_6.$$

В даному випадку маємо:

$$3,6 > 2,5,$$

тобто умова міцності болтів за максимальними напруженнями виконується.

Висновок: в результаті даного розрахунку встановлено, що міцність болтів, що з'єднують корпус сушильного циліндра із кришками, забезпечена.

5.4 Вибір та розрахунок підшипників

Мета розрахунку: вибір підшипників сушильного циліндра та забезпечення необхідної довговічності підшипників.

Схема розрахунку наведена на рисунку 5.12.

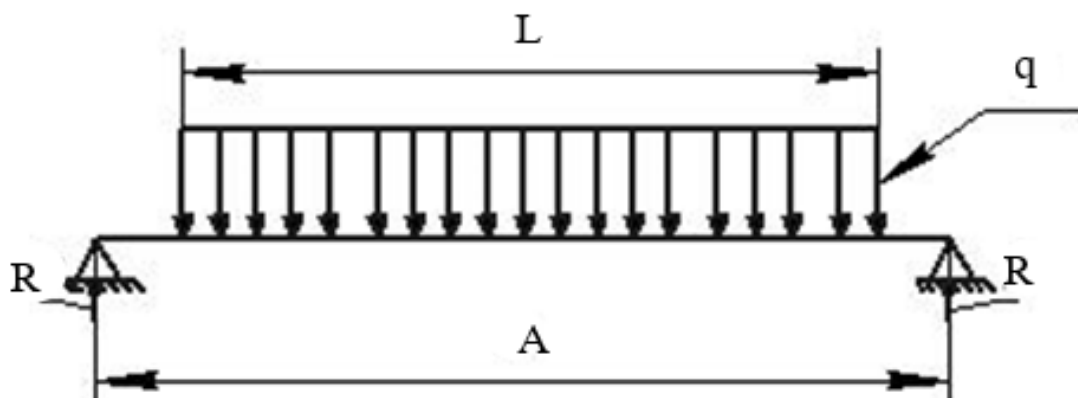


Рисунок 5.12 – Розрахункова схема

Вихідні дані:

Загальна сила тяжіння циліндра G , Н 73575;

Діаметр циліндра D , м 1,5;

Довжина бочки циліндра L , м 4,68.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок ведемо за методикою, викладеною в [9].

Попередньо вибираємо роликові радіальні сферичні дворядні підшипники типу 3003156 з такими характеристиками: $d = 280$ мм, $D = 420$ мм, $B = 106$ мм, динамічна вантажопідйомність $C = 1290000$ Н, статична вантажопідйомність $C_0 = 1440600$ Н [12].

Навантаження від сили тяжіння циліндра:

$$q_{\text{ц}} = \frac{G}{L} = \frac{73575}{4,68} = 15721 \text{ Н/м.}$$

Навантаження від натягу сітки для верхнього сушильного циліндра як найбільш навантаженого:

$$q_{\text{н}} = 2S = 2 \cdot 3,5 \cdot 10^3 = 7000 \text{ Н/м.}$$

Навантаження від сили тяжіння конденсату:

$$q_{\text{к}} = 0,5 \frac{\pi}{4} (D - 2\delta)^2 \gamma = 0,5 \cdot \frac{3,14}{4} (1,5 - 2 \cdot 0,025)^2 \cdot 9,81 \cdot 10^3 = 8096 \text{ Н/м,}$$

де $\delta = 0,025$ м – товщина стінки корпусу циліндра;

$\gamma = 9,81 \cdot 10^3$ Н/м³ – питома вага води.

Сумарне навантаження, розподілене по довжині бочки циліндра:

$$q = q_{\text{ц}} + q_{\text{н}} + q_{\text{к}} = 15721 + 7000 + 8095 = 30817 \text{ Н/м.}$$

Приведена сила:

$$Q = qA = 30817 \cdot 5,994 = 184720 \text{ Н}$$

де A – відстань між центрами підшипників, $A = 5,994$ м.

Приведене навантаження на один підшипник:

$$Q_{np} = \frac{Q}{2} (Xk_k + 0,1Y)k_Tk_{\delta} = \frac{184720}{2} (1 \cdot 1 + 0,1 \cdot 1) \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 134100 \text{ Н,}$$

де X - коефіцієнт радіального навантаження, $X = 1$; [12]

Y - коефіцієнт осьового навантаження, $Y = 1$; [12]

k_k - коефіцієнт обертання, $k_k = 1$; [12]

k_T - температурний коефіцієнт, $k_T = 1,1$; [12]

k_{δ} - коефіцієнт безпеки, $k_{\delta} = 1,2$. [12]

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Довговічність підшипника:

$$L^0 = \left(\frac{C}{Q_{np}} \right)^{\frac{10}{3}} = \left(\frac{1290000}{134100} \right)^{\frac{10}{3}} = 2601 \text{ млн. обертів}$$

Частота обертання сушильного циліндра:

$$n_p = \frac{v}{\pi \cdot D} = \frac{8,3}{3,14 \cdot 1,5} = 1,762 \text{ об/с}$$

Довговічність, год.:

$$L_h = \frac{L^0 \cdot 10^6}{3600 n_p} = \frac{2601 \cdot 10^6}{3600 \cdot 1,762} = 410000 \text{ год.}$$

$$L_h > [L_h];$$

$$410000 > 100000.$$

Висновок: для обраного типу підшипників довговічність забезпечена.

5.5 Визначення потужності приводу

Мета розрахунку : визначити потужність електродвигуна сушильної групи.

Схема електродвигуна наведена на рисунку 5.13.

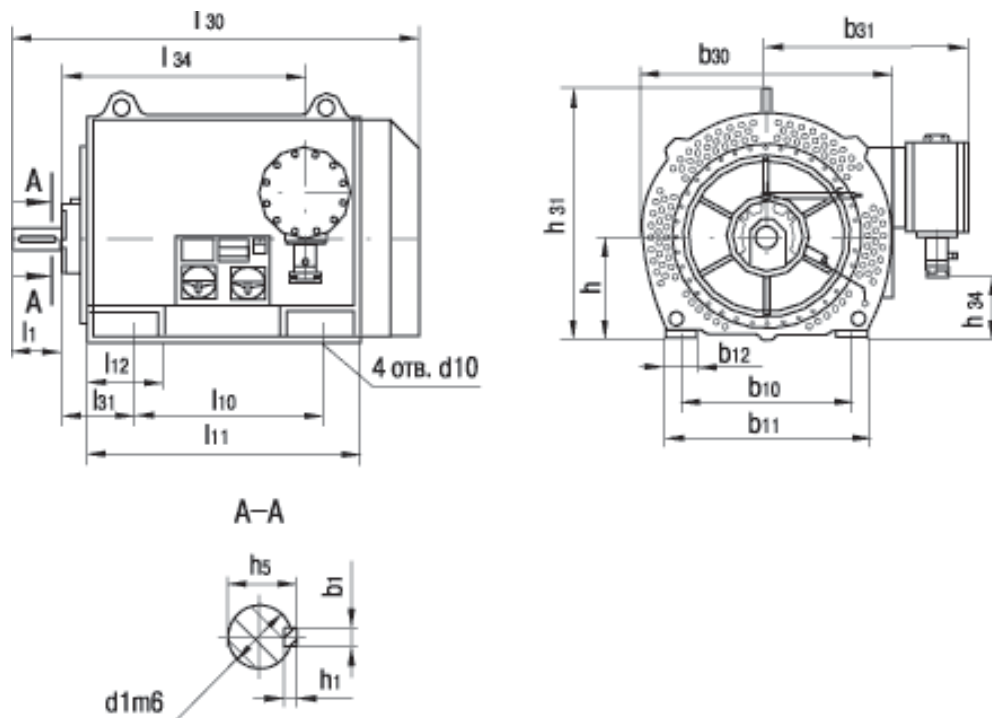


Рисунок 5.13 – Схема електродвигуна

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Вихідні дані:

Швидкість машини V , м/с (м/хв) 8,3 (500)

Діаметр цапфи $d_{ц}$, м 0,24

Час пуску $\tau_{пус}$, с 45

Діаметр сушильного циліндра D , м 1,5

Ширина машини B , м 4,2

Внутрішній діаметр циліндра $D_{в}$, м 1,45

Кількість сушильних циліндрів, що огинає сітка:

– у верхній секції n_1 , шт 5

– у нижній секції n_2 , шт 4

Розрахунок ведеться за методикою, викладеною в [13].

Потужність приводу розраховуємо методом тягових зусиль.

Тягове зусилля на подолання тертя в підшипниках:

$$T_1 = G \cdot f \cdot \frac{d_{ц}}{D} = 73575 \cdot 0,05 \cdot \frac{0,24}{1,5} = 588,6 \text{ Н},$$

де $G=73575$ Н – сила тяжіння циліндра;

$f_1=0,05$ – коефіцієнт тертя для підшипників кочення [13].

Зусилля тертя на подолання тертя шабера по поверхні сушильного циліндру:

$$T_2 = q_{л} \cdot B \cdot f_2 \cdot 10^3 = 0,15 \cdot 4,2 \cdot 0,2 \cdot 10^3 = 126 \text{ Н},$$

де $q_{л}=0,14 \div 0,15$ кН/м – лінійний тиск [1];

$f_2=0,2$ – коефіцієнт тертя для сушильної частини.

Сумарне тягове зусилля для верхньої секції:

$$T_{c1} = (T_1 + T_2) \cdot n_1 = (588,6 + 126) \cdot 5 = 3573 \text{ Н},$$

де $n_1=5$ кількість циліндрів у верхній секції.

Сумарне тягове зусилля для нижньої секції:

$$T_{c2} = (T_1 + T_2) \cdot n_2 = (588,6 + 126) \cdot 4 = 2858 \text{ Н},$$

де $n_2=4$ кількість циліндрів у верхній секції.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо коефіцієнт, що враховує залежність тягового зусилля від швидкості:

$$k_v = 1 + C_3 (V - 200) = 1 + 0,0002(500 - 200) = 1,06,$$

де $C_3=0,002$ – для сушильної частини КРМ.

Потужність приводу верхньої секції:

$$N_1 = \frac{T_{c1} \cdot V \cdot k_m \cdot k_v}{1000} = \frac{3573 \cdot 8,3 \cdot 1,3 \cdot 1,06}{1000} = 40,87 \text{ кВт},$$

де $k_m = 1,3$ – коефіцієнт перенавантаження.

Потужність приводу нижньої секції:

$$N_2 = \frac{T_{c2} \cdot V \cdot k_m \cdot k_v}{1000} = \frac{2858 \cdot 8,3 \cdot 1,3 \cdot 1,06}{1000} = 32,69 \text{ кВт}.$$

Потужність двигуна верхньої секції:

$$N_{дв1} = \frac{N_1}{\eta} = \frac{40,87}{0,87} = 46,97 \text{ кВт},$$

де $\eta = 0,87$ – ККД приводу.

Потужність двигуна верхньої секції:

$$N_{дв2} = \frac{N_2}{\eta} = \frac{32,69}{0,87} = 35,58 \text{ кВт}.$$

Кутову швидкість:

$$\omega = \frac{V}{R} = \frac{8,3}{0,75} = 11,07 \text{ с}^{-1},$$

де $R = 0,75$ м – радіус сушильного циліндра.

Статичний момент інерції для верхньої секції сушильних циліндрів:

$$I_1 = \frac{G \cdot (D^2 - D_{вн}^2) \cdot n_1}{8} = \frac{73575 \cdot (1,5^2 - 1,45^2) \cdot 5}{8} = 6783 \text{ Н} \cdot \text{м}^2.$$

Статичний момент інерції для нижньої секції сушильних циліндрів:

$$I_2 = \frac{G \cdot (D^2 - D_{вн}^2) \cdot n_2}{8} = \frac{73575 \cdot (1,5^2 - 1,45^2) \cdot 4}{8} = 5426 \text{ Н} \cdot \text{м}^2.$$

Момент інерції для верхньої секції:

$$M_{i1} = I_1 \frac{\omega}{\tau_{пуск}} = 6787 \cdot \frac{11,07}{45} = 1668 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Момент інерції для нижньої секції:

$$M_{i2} = I_2 \frac{\omega}{\tau_{\text{пуск}}} = 5426 \cdot \frac{11,07}{45} = 1334 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент на подолання сил тертя у верхній секції:

$$M_{\text{тр1}} = T_{\text{с1}} \cdot \frac{D}{2} = 3573 \cdot \frac{1,5}{2} = 2680 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент на подолання сил тертя у нижній секції:

$$M_{\text{тр2}} = T_{\text{с2}} \cdot \frac{D}{2} = 2858 \cdot \frac{1,5}{2} = 2144 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Пусковий коефіцієнт у верхній секції:

$$k_{\text{П1}} = \frac{M_{i1} + M_{\text{тр1}}}{M_{\text{тр1}}} = \frac{1668 + 2680}{2680} = 1,623.$$

Пусковий коефіцієнт у нижній секції:

$$k_{\text{П2}} = \frac{M_{i2} + M_{\text{тр2}}}{M_{\text{тр2}}} = \frac{1334 + 2144}{2144} = 1,623.$$

Потужність двигуна в пусковий момент для верхньої секції:

$$N_{\text{двп1}} = N_{\text{дв1}} \cdot k_{\text{П1}} = 46,97 \cdot 1,623 = 76,21 \text{ кВт}.$$

Потужність двигуна в пусковий момент для нижньої секції:

$$N_{\text{двп2}} = N_{\text{дв2}} \cdot k_{\text{П2}} = 37,58 \cdot 1,623 = 60,97 \text{ кВт}.$$

Згідно розрахунку обираємо для верхньої секції сушильних циліндрів електродвигун АІММ 250 М2 потужністю 90 кВт з частотою обертів 3000 об/хв; для нижньої – електродвигун АІММ 250 S2 потужністю 75 кВт з частотою обертів 3000 об/хв [13].

Висновок: для забезпечення отриманої потужності двигуна вибираємо для верхньої секції електродвигун АІММ250М2 потужністю 90 кВт з частотою обертів 3000 об/хв; для нижньої – електродвигун АІММ250S2 потужністю 75 кВт з частотою обертів 3000 об/хв.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Рекомендації щодо монтажу та експлуатації першої сушильної групи

Із всіх частин машини сушильна частина найбільша за масою, довжиною і працезатратами. Маса сушильної частини сучасної високошвидкісної машини складає 60 – 70% від загальної маси машини (без допоміжного обладнання), довжина 60 – 65% і працезатратами 35 – 40% від загальних працезатрат на монтаж машини.

Сушильна частина картоноробної машини повинна обов'язково проходити контрольне складання і повузлову (по приводним групам) обкатку на заводі-виробнику. Плями контакту зубців при обкатці повинні бути по висоті робочої частини не менше 45%, по довжині – 60%. Контрольне складання і повузлова обкатка необхідна для того, щоб виявити і усунути на заводі-виробнику дефекти проекту і виготовлення машини, виключити операції до виготовлення при складанні на проектному місці.

Після контрольного складання проводять маркування, демонтаж і пакування вузлів і деталей з метою безпечного їх транспортування.

Монтаж сушильної частини проводять за складальними, монтажньо-установочними, маркувальними кресленнями і технічними умовами заводу-виробника окремими деталями і блоками, що пройшли складання на монтажному майданчику.

Технічний процес монтажу складається з наступних основних операцій:

1. подача обладнання, що встановлюється на першому поверсі;
2. встановлення першого (по ходу полотна) циліндра однієї з привідних груп;
3. монтаж сушильних і холодильних циліндрів;
4. монтаж сітко натяжок, сітко правок, сітко ведучих і картоноведучих валів;
5. монтаж мостів обслуговування і шаберів;
6. випробування циліндрів.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Роботи починають з подачі сіткоправильних, сітконатяжних валиків і іншого обладнання, що встановлюється на балки і закладні опорні конструкції першого поверху. Обладнання вивіряють і попередньо закріплюють. Кінцеву вивірку і закріплення обладнання проводять після монтажу сушильних циліндрів, які розташовані на другому поверсі. Сушильні циліндри на будівельний майданчик надходять в спеціальному пакуванні. Перед встановленням на проектне місце знімають тільки захисне покриття з дошок, зачищають ті місця, в яких мікрометричний штихмас дотикається до циліндра. Циліндри встановлюють на проектне місце згідно зі схемою, що надана заводом-виробником. На торці з лицьової сторони кожного циліндра є маркування, де вибитий номер циліндра за схемою розташування, дата виготовлення, номер паспорта, напрямок обертання і, інколи, довжина кола циліндра. Точність виготовлення сушильних циліндрів $\pm 0,5$ мм на діаметр.

На фундаментних шинах позначають рисками головну і допоміжну поперечні осі перших циліндрів (нижнього ряду) привідних груп і останнього циліндра сушильної частини. В процесі монтажу ці циліндри приймають за контрольні, тому їх встановлюють, ретельно вивіряючи відносно базового валу і поздовжньої осі машини.

Крім поперечних рисок осьових ліній циліндрів, на шини наносять поздовжні риси осей привідних коробок або риси, що позначають положення внутрішніх бокових оброблених поверхонь станин на привідній стороні і опор сушильних циліндрів верхнього ряду – на лицьовій. Поздовжні риси на безпазових шинах наносять в тому випадку, коли відсутні риси осьових ліній шин.

По нанесених на фундаментальних шинах рискам, що фіксують положення осі, встановлюють перший нижній сушильний циліндр. Робочу поверхню циліндра розміщують симетрично до центральної осі машини і горизонтально. Перевіряють паралельність встановленого циліндра стосовно базового валу і перпендикулярність його до центральної осі машини.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При встановленні нижніх сушильних циліндрів їх переміщують так, щоб оброблені торцеві площини станини привідної сторони знаходились одне напроти іншого. Паралельність циліндрів регулюють переміщенням корпусів підшипників лицьової сторони. При кінцевому складанні стики коробок ущільнюють спеціальною пастою, бакелітом або шерлаком.

Одночасно з монтажем нижніх сушильних циліндрів встановлюють верхні проміжні привідні коробки, таким чином, щоб їх шестерні увійшли в зачеплення з відповідними паразитними шестернями нижніх коробок.

Сушильні циліндри перевіряються на паралельність по першому і останньому сушильних циліндрах груп, по першому і останньому сушильному циліндрі сушильної частини і по всіх циліндрах в кожній привідній групі.

Вивірку паралельності циліндрів всередині привідної групи проводять:

- вимірюванням відстані привідної і лицьової сторони між струнами відвісів;
- постійний натяг рулетки при кожному вимірюванні забезпечується динамометром;
- металевою рулеткою, що охоплює по два циліндри починаючи з першого (контрольного), забезпечуючи постійний натяг рулетки динамометром.

Сітководучі і сітконатяжні валики на паралельність вивіряють відносно найближчих до них сушильних циліндрів. Результати вивірки циліндрів і валиків заносять у формуляр.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Рівень стандартизації та уніфікації

При конструюванні будь-якого устаткування доцільно максимально використовувати стандартні, нормалізовані й уніфіковані конструктивні елементи, деталі і вузли.

Уніфікація – це раціональне скорочення числа типів, видів, розмірів вузлів і їхніх елементів. З урахуванням класифікації процесів, ряд машин і апаратів уніфіковані, тобто в конструкції передбачена можливість використання їх у різних виробництвах для проведення того самого процесу у визначеному діапазоні параметрів.

Стандартизація устаткування – це зведення численних видів виробів однакового функціонального призначення до обмеженого числа обов'язкових стандартних зразків.

Наявність достатньо високого рівня стандартизації й уніфікації вузлів і деталей конструкції значно знижує вартість її виготовлення, зменшує витрати на ремонт, експлуатацію і перехід при необхідності на нові режими роботи.

Перша приводна сушильна група складається з 1540 деталей, з яких:

- стандартизованих $N_c = 170$;
- уніфікованих $N_y = 1220$;
- індивідуальних ненормалізованих $N_i = 150$.

Виходячи з цього, коефіцієнт уніфікації складає:

$$K_y = \frac{N_y}{N_y + N_i} = \frac{1220}{1220 + 150} = 0,85.$$

Коефіцієнт стандартизації складає:

$$K_c = \frac{N_c}{N_c + N_i} = \frac{170}{170 + 150} = 0,55.$$

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 Техніко-економічне обґрунтування модернізації

8.1 Обґрунтування доцільності проведення вдосконалення

Целюлозно-паперове виробництво – одна із найважливіших галузей сучасної промисловості в Україні. Це дуже складне багатоопераційне виробництво, яке характеризується значною матеріалоємністю та трудомісткістю. Дана галузь промисловості споживає значну кількість хімічних продуктів, природної сировини та різних видів волокнистих напівфабрикатів. Крім того, виробництво пов'язане з великими витратами теплової і електричної енергії, свіжої води та інших ресурсів і супроводжується утворенням виробничних відходів та стічних вод.

Картоноробні машини являють собою невід'ємний вид використовуваного в ЦПВ обладнання. Вони є головною ланкою в технологічних лініях виробництва всіх видів картону.

На сьогоднішній день саме сушильна частина є найбільш метало- та енергоємною з усіх частин картоноробної машини. До 40 % від собівартості готового картону складають витрати на його сушіння. Саме тому останнім часом все гостріше постає питання пошуку шляхів зниження капітальних та поточних технологічних затрат на сушильну частину.

В даному дипломному проекті представлена сушильна група картоноробної машини. Рішенням по удосконаленню є встановлення додаткових нагрівачів – інфрачервоних випромінювачів. Це зменшить час сушіння картону, а тому зменшить кількість сушильних циліндрів та зменшить кількість теплоти необхідної на нагрівання сушильного циліндра. Основні техніко-економічні показники базової і проектованої сушильної групи представлені в таблиці.8.1.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 8.1 – Основні техніко-економічні показники базової і
проектованої сушильної групи

Показник	Одиниця	Сушильна група	
		До вдосконалення	Після вдосконалення
Кількість поглинутої теплоти в періоді прогріву	кДж	4192	3829
Кількість поглинутої теплоти в першому періоді сушіння	кДж	1945	1584
Кількість сушильних циліндрів в групі	шт	10	9
Тиск пари в циліндрі	МПа	0,5	0,5
Діаметр сушильного циліндра	м	1,5	1,5
Робоча швидкість машини	м/с	8,3	8,3
Початкова сухість паперу	%	46	52
Кінцева сухість паперу	%	46	52
Вартість обладнання	тис. грн	7200000	6490000

8.2 Розрахунки витрат на проведення проектно-конструкторських робіт по удосконаленню базової конструкції

Удосконалення діючого устаткування означає його покращення з метою попередження або усунення фізичного зносу, техніко-економічного старіння та підвищення його технічних параметрів до рівня сучасних вимог. Розрахунки ефективності на проведення вдосконалення устаткування полягають у визначенні коефіцієнта ефективності витрат n_{p_i} , який розраховується за формулою [14].

$$n_{p_i} = 1 - \frac{M_i + S_{e_i}}{K_{H_i} \alpha \beta + S_{a_s}}$$

де M_i - сукупні витрати на проведення вдосконалення устаткування, грн.;

S_{e_i} - перевищення експлуатаційних витрат удосконаленого устаткування порівняно з новим аналогічним устаткуванням, грн;

K_{H_i} - оптова ціна придбання нового аналогічного устаткування, грн.;

α - коефіцієнт співвідношення продуктивності удосконаленого устаткування та аналогічного нового устаткування;

β - коефіцієнт співвідношення тривалості ремонтного циклу удосконаленого устаткування та аналогічного нового устаткування;

S_{a_i} - втрати від недоамортизації устаткування, яке підлягає вдосконаленню, грн.

Розрахований по формулі 8.1 коефіцієнт n_{p_i} може мати позитивні, негативні або нульове значення (таблиці 8.2)

Сукупні витрати M_i на проведення удосконалення устаткування складаються з таких окремих елементів а саме:

- матеріальні витрати (вартість сировини, матеріалів, комплектуючих виробів та енергоносіїв, які необхідні для виконання удосконалення);
- витрати на оплату праці (заробітна плата розробників конструкторської та технологічної документації; заробітна плата основних робітників, які

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконують роботи по удосконаленню устаткування; відрахування на соціальне страхування);

- амортизація, яка нарахована на діюче устаткування, яке підлягає вдосконаленню;
- інші види витрат.

Таблиця 8.2. Значення коефіцієнту ефективності витрат n_{pi} на вдосконалення устаткування [14]

Величина коефіцієнта n_{pi}	Висновок щодо доцільності вдосконалення устаткування
$n_{pi} > 0$	Удосконалення устаткування з економічної точки зору доцільна
$n_{pi} < 0$	удосконалення устаткування з економічної точки зору недоцільна. Доцільним є придбання нового устаткування.
$n_{pi} = 0$	Рішення про удосконалення устаткування приймається, виходячи з конкретних виробничих обставин.

З достатньою для розрахунків точністю, яка базується на практичних даних підприємств хімічного машинобудування, величина сукупних витрат M_i на вдосконалення устаткування може бути розрахована по формулі:

$$M_i = \Phi_{i_{перв}}^{мод} \cdot K_i,$$

де $\Phi_{i_{перв}}^{мод}$ – первісна (відновлена) вартість устаткування, яке підлягає вдосконаленню, грн;

K_i - коефіцієнт витрат, величина якого залежить від виду і типу устаткування, яке підлягає вдосконаленню.

Величина коефіцієнту витрат на вдосконалення сушильної частини згідно даних $K_i=0,09$ [14].

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Удосконалене устаткування у процесі подальшої експлуатації, як правило, вимагає більш високих експлуатаційних (поточних) витрат у порівнянні з аналогічним новим устаткуванням.

Згідно даних підприємств, де експлуатується аналогічне обладнання, первісна вартість складає $\Phi_{\text{перв}}^{\text{мод}} = 7200000$ грн.

Таким чином величина витрат для проведення удосконалення становить:

$$M_i = \Phi_{i_{\text{перв}}}^{\text{мод}} \cdot K_i = 7200000 \cdot 0,09 = 648000 \text{ грн}$$

Експлуатаційні (поточні) витрати при роботі устаткування складаються з таких витрат:

- витрати паливно-мастильних матеріалів;
- витрати на придбання та виготовлення необхідних запасних частин;
- витрати на оплату праці ремонтного персоналу;
- інші поточні експлуатаційні витрати.

З достатнім для розрахунків ступенем точності, який базується на практичних даних підприємств хімічного машинобудування, величина перевищення експлуатаційних (поточних) витрат по удосконаленому устаткуванню порівняно з новим аналогічним устаткуванням S_{ei} може бути розрахована по формулі:

$$S_{ei} = q_{bi} \cdot \Phi_{\text{перв}}^{\text{мод}} - q_{bn} \cdot \Phi_{\text{перв}}^{\text{нов}}$$

де q_{bi} – коефіцієнт експлуатаційних (поточних) витрат устаткування, яке підлягає вдосконаленню; $q_{bi} = 0,04$;

q_{bn} – коефіцієнт експлуатаційних (поточних) витрат аналогічного нового устаткування; $q_{bn} = 0,03$;

$\Phi_{\text{перв}}^{\text{нов}}$ – первісна вартість нового (аналогічного) устаткування, грн.

Таким чином розраховуємо величину перевищення поточних витрат по вдосконаленому устаткуванню порівняно з новим аналогічним устаткуванням:

$$S_{ei} = q_{bi} \cdot \Phi_{\text{перв}}^{\text{мод}} - q_{bn} \cdot \Phi_{\text{перв}}^{\text{нов}} = 0,04 \cdot 720000 - 0,03 \cdot 6490000 = 93300 \text{ грн}$$

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Примітка: Згідно даних, які вміщують інтернет-відомості вартість нового аналогічного устаткування складає $\Phi_{перв}^{нов} = 6490000$ грн

Коефіцієнт співвідношення продуктивності вдосконаленого устаткування та аналогічного нового устаткування α розраховується по формулі

$$\alpha = \frac{\Pi_i}{\Pi_{нов}}$$

де Π_i – продуктивність або інший один з найбільш важливих показників, який характеризує роботу устаткування, яке підлягає вдосконаленню. Одним з найбільш важливих показників приймаємо витрати гріючої пари, $\Pi_i = 3,9$ кг/с.

$\Pi_{нов}$ – продуктивність або інший один з найбільш важливих показників, який характеризує роботу аналогічного нового устаткування. Одним з найбільш важливих показників приймаємо витрати гріючої пари, $\Pi_{нов} = 3,4$ кг/с.

$$\alpha = \frac{\Pi_i}{\Pi_{нов}} = \frac{3,9}{3,4} = 1,14.$$

Коефіцієнт співвідношення тривалості ремонтного циклу вдосконаленого устаткування та аналогічного нового устаткування, $\beta = 0,95$.

Тривалість ремонтного циклу устаткування – це період часу між двома капітальними ремонтами устаткування, або тривалість часу між придбанням устаткування та першим капітальним ремонтом. В якості показників ремонтного циклу можуть також використовуватися показники виробітку продукції між двома капітальними ремонтами устаткування та інші аналогічні показники.

Підставляючи всі знайдені величини у формулу (8.1), необхідно отримати величину коефіцієнта ефективності витрат n_{pi} , розрахункова величина якого дає нам змогу зробити висновки щодо доцільності проведення вдосконалення обраного в дипломному проекті устаткування.

$$n_{pi} = 1 - \frac{M_i + S_{e_i}}{K_{H_i} \alpha \beta + S_{a_s}} = 1 - \frac{648000 + 93300}{6490000 \cdot 1,14 \cdot 0,95 + 180000} = 0,897$$

Тобто розраховане значення $n_{pi} > 0$, а це означає, що вдосконалення є економічно доцільним.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В дипломному проекті освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр” здійснено модернізацію першої сушильною групи картоноробної машини, шляхом встановлення інфрачервоних випромінювачів. Це дозволить зменшити кількість сушильних циліндрів, тим самим зменшити витрату грійної пари.

Для цього виконані такі задачі, як проведено аналізу існуючих конструкцій та вибір складових частин, які задовольняють вимогам сучасної промисловості; надано рекомендації щодо охорони праці; надано рекомендації щодо виготовлення, монтажу та експлуатації; проведено економічне обґрунтування доцільності вдосконалення сушильної групи КРМ. Також було виконано такі розрахунки: визначено кількості сушильних циліндрів та нагрівачів для досягнення заданої сухості; визначено активну поверхню теплообміну сушильного циліндра; розраховано паровпускну головку; визначено силові фактори, що діють на циліндр; розраховано корпус циліндра на міцність; розраховано на міцність кришку циліндра; розраховано на міцність цапфи циліндра; перевірено болти на міцність; підібрано підшипники кочення та розраховано їх за динамічною вантажопідйомністю; розраховано потужність приводу і обрано двигун.

Графічна частина проекту виконана в середовищі КОМПАС 3DV-17.1 і містить в собі складальні креслення: першої сушильної групи – А2×3, блоку з інфрачервоними випромінювачами – А0, складальне креслення сушильного циліндра – А1; креслення інфрачервоного випромінювача – А3 та кришки – А1. До складальних креслень виконано специфікації.

Подано заявку «Сушильна група» на отримання патенту України на корисну модель.

Основні результати дипломного проекту доповідались на одній міжнародній та двох всеукраїнських науково-практичних конференціях з публікацією тез доповідей.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Выводы

В дипломном проекте образовательно-квалификационного уровня "бакалавр" осуществлена модернизация первой сушильной группы картоноделательной машины, путем установления инфракрасных излучателей. Это позволит уменьшить количество сушильных цилиндров, тем самым уменьшить расход греющего пара.

Для этого выполнены такие задачи, как проведен анализ существующих конструкций и выбор составных частей, которые удовлетворяют требованиям современной промышленности; даны рекомендации по охране труда; даны рекомендации по изготовлению, монтажу и эксплуатации; проведено экономическое обоснование целесообразности совершенствования сушильной группы КДМ. Также были выполнены следующие расчеты: определены количества сушильных цилиндров и нагревателей для достижения заданной сухости; определено активную поверхность теплообмена сушильного цилиндра; рассчитано паровпускную головку; определены силовые факторы, действующие на цилиндр; рассчитан корпус цилиндра на прочность; рассчитано на прочность крышку цилиндра; рассчитано на прочность цапфы цилиндра; проверено болты на прочность; подобрано подшипники качения и рассчитано их по динамической грузоподъемности; рассчитано мощность привода и избран двигатель.

Графическая часть проекта выполнена в среде КОМПАС 3DV-17.1 и содержит в себе сборочные чертежи: первой сушильной группы – $A2 \times 3$, блока с инфракрасными излучателями – $A0$, сборочный чертеж сушильного цилиндра – $A1$; чертежи инфракрасного излучателя – $A3$ и крышки – $A1$. К сборочным чертежам выполнено спецификации.

Подана заявка «Сушильная группа» на получение патента Украины на полезную модель.

Основные результаты дипломного проекта докладывались на одной международной и двух всеукраинских научно практических конференциях с публикацией тезисов докладов.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Conclusions

In the diploma project of the educational qualification level "Bachelor" the modernization of the first group of cylinders of a drying section of a cardboard machine has been executed by establishing infra-red emitters. It allows to decrease the amount of drying cylinders, then reducing the heating steam flow rate.

To reach such purposes, the analysis of existent constructions and choice of component parts which meet the requirements of modern industry are executed; safety recommendations are given; recommendations how to manufacture, install and use are given; the economic justification for the necessity of improvement of a drying group of a cardboard machine is shown. In addition the following calculations have been executed: the amounts of drying cylinders and heaters are determined to achieve the desired dryness; the active surface of heat exchange of a drying cylinder is identified; a steam outlet unit is calculated; power factors that have effect on a cylinder are determined; durability of the body of a cylinder is counted; durability of the cylinder cap is counted; durability of the pin of a cylinder is counted; trunnion-bolts are checked for durability; bearing of wobbling are selected and their dynamic carrying capacity is calculated; the drive power is calculated and selected.

The graphic part of the project is executed in an environment COMPASS 3dv-17.1 and contains some assembly drawings: the first drying group – A2×3, the block with infra-red emitters – A0, an assembly drawing of a drying cylinder – A1; drawing of infra-red emitter – A3 and caps – A1. For the assembly drawings specifications are executed.

A request "Drying group" has been made to get a patent of Ukraine on a useful model.

Based on the results of the diploma project the reports on one international and two All-Ukrainian Scientific-Practical Conferences have been presented with the publication of theses.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік посилань

1. Оборудование целлюлозно-бумажного производства, 1981. Т.2. Бумагоделательные машины / В.А. Чичаев, М.Л. Глезин и др. - М.: Лесная промышленность, 1981. - 264 с.
2. Эйдли И.Я. Бумагоделательные и отделочные машины; - изд.3-е, испр. и доп – М.: Лесная пром-сть, 1970. – 624 с.
3. Патент № 105956 (UA), МПК (2016.01) D21F 5/00. Сушильна частина папероробної машини/Карпенко К. О., Новохат О. А. (UA), Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» – Заявка № u201510067, 15.10.2015, Опубл. 11.04.2016
4. Патент №55729 (UA), МПК (2009) D21F 5/00 Циліндр сушильний/Галстян А. С., Новохат О. А. (UA), Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» – Заявка № u201006480, 27.05.2010, Опубл. 27.12.2010.
5. Патент №90749 (UA) МПК (2014.01)D21F 5/00 Сушильний циліндр/Карпенко К. О., Новохат О.А.(UA), Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Заявка № u 2013 15229, 25.12.2013; Опуб. 10.06.2014 р.
6. Патент №9851146 B2 (US) D21F5 /006 F26B21/01 Dryer section and method for drying a web of fibrous material, and machine having such a dryer section/ Manfred Huber , Oppenau – Ramsbach (DE); Joachim Uhl, Offenburg (DE); Lutz Kuhne, Ohlsbach (DE); Michael Boschert , Appenweiler (DE) Заявка № 14/431428 27.09.2013; Опубл. 26.03.2015.7.Оборудование целлюлозно-бумажного производства, 1981. Т.2. Бумагоделательные машины / В.А. Чичаев, М.Л. Глезин и др. - М.: Лесная промышленность, 1981. - 264 с.
7. Патент №2010/0276096A1 (US) МПК6 D2IF 11/00 (2006.01) Arrangement and method for saving energy in a drying section of a paper machine or the like/Rami Aaltonen, Turku (FI); Nenad Milosavljevic, Turku (FI). Заявка №12/810,464 31.12.2008; Опуб. 24.06.2010.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Патент №101034 (UA) МПК D21F 5/02 (2006.01) Сушильний циліндр/Марчевський В. М., Колобашкін Л. В., Семінський О. О. (UA). Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Заявка №u201501354, 18.02.2015, Опуб. 25.08.2015.

9. Патент №60245 (UA) МПК (2011.01) D21F 5/00 Сушильний циліндр/Мартинюк В. О., Новохат О. А. (UA). Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Заявка № u201015076, 14.12.2010, Опуб. 10.06.2011.

10. Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А.; Учебное пособие для вузов Под ред. Чл.-корр. АН СССР П.Г. Романкова. – 10-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.

11. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя.: в 3-х т./ В.И. Андреев. – М.: Машиностроение. 1979. – 920 с.

12. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних робіт з дисципліни «Деталі машин» для студ. машинобудівних спец. усіх форм навчання Розрахунок та конструювання валів. Вибір підшипників кочення за динамічною вантажопідйомністю: / Уклад. В.А. Стадник. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2004. – 108 с.

13. В.В. Данилевский. Справочник техника-машиностроителя. – М.: Высшая школа, 1962. – 648 с.

14. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проектів бакалаврів (для студентів інженерно – хімічного факультету) /Уклад. А. М. Задольський, О. О. Шаповаленко - К.: НТУУ «КПІ», 2010 – 15с.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А

Документація до патентного дослідження

Регламент пошуку № ЛБ51.07РП

Найменування теми : Сушильна група

Шифр теми : ЛБ51.705441.000

Етапи : Проектування сушильної групи та її складових частин

Номер, дата завдання на проведення патентних дослідження :

ЛБ51.07 08.11.18

Обґрунтування регламенту пошуку

Предмет пошуку – сушильна група, сушильний циліндр.

Мета пошуку інформації – визначення патентоспроможності проектованої сушильної групи й визначення тенденції розвитку даного напрямку в техніці.

Визначення держав пошуку. Встановлюємо такі держави пошуку: Україна, Російська Федерація, США, Німеччина.

Ретроспективність. Термін дії патенту на винахід в Україні – 10 років , тому регламент пошуку встановлюємо 2009 – 2019 роки.

Класифікаційні індекси . Міжнародна патентна класифікація :

Уніфікована десяткова класифікація УДК.

Джерела інформації :1) Патентна інформація: описи до винаходів, офіційні патентні бюлетні Держпатенту України, Роспатенту і United States Patent, 2)Науково технічна інформація: підручники й навчальні посібники з курсу процесів та апаратів хімічної технології .

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця А.1 – Форма Б1 згідно з ДСТУ 3575-79

Предмет пошуку (ОГД, його складові частини)	Мета пошуку інформації	Держава пошуку	Класифікаційні індекси МПК, МПКЗ, МКТП, УДК	Ретроспективність пошуку	Джерела інформації
1	2	3	4	5	6
Сушильна група, Сушильний циліндр	Визначення патентоспроможності проектованої конструкції й визначення тенденцій розвитку даного напрямку в техніці.	Україна Російська Федерація, США.	МПК6, МПК7- F26B13/18 D21F7/02 D21F5/02 F26B3/00 D21F5/00 F26B13/08 УДК 676.2.052.72 , 676.056.45	1991 - 2011	Бумагоделательные и отделочные машины, изд.3-е, испр. и доп. Эйдлин И.Я., Лесная промышленность, 1970 – 624с. „Оборудование ЦБП.” „Оборудование ЦБП”. Чичаев В.А., Глезин М.Л., Екимова В.А., Ильинский М.В., Лихтер А.Д., Литвинов М.Д. – т.2. М.: Лесная промышленность, 1981 – 264с.

Довідка про пошук № ЛБ51.07ДП

Завдання на проведення патентних досліджень ЛБ51.07 08.11.18.

Етап : Проектування сушильної групи та її складових частин.

Номер, дата видачі завдання на проведення патентних досліджень

ЛБ51.07 08.11.18

Номер, дата регламенту пошуку ЛБ51.07РП 08.11.18

Початок пошуку 06.03.19 закінчення пошуку 31.05.19.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця А.2 - Джерела інформації, використані під час проведення пошуку

Предмет пошуку (ОГД, його складові частини)	Держава пошуку	Класифікаційні індекси МПК, МПК3, МКТП, УДК	Інформаційна база, використана під час пошуку	Бібліографічні дані першого та останнього за хронологією джерела інформації	
				Патентна інформація	Інша науково-технічна інформація
1	2	3	4	5	6
Сушиль на група, сушильний циліндр	Україна, Російська Федерація, США, Німеччина	МПК6, МПК7- F26B13/18 D21F7/02 D21F5/02 F26B3/00 D21F5/00 F26B13/08 УДК 676.2.052.72 , 676.056.45	Фонд НТУУ "КП"; Державна науково-технічна бібліотека України	Патентна документація України та зарубіжних країн.	„Оборудование ЦБП”. Чичаев В.А., Глезин М.Л., Екимова В.А., Ильинский М.В., Лихтер А.Д., Литвинов М.Д. – т.2. М.: Лесная промышленность, 1981 – 264с. Бумагоделательные и отделочные машины, изд.3-е, испр. и доп. Эйдлин И.Я., Лесная промышленность, 1970 – 624с. „Оборудование ЦБП.”

Таблиця А.3 - Патентна документація, відібрана для подальшого аналізу

ОГД його основні частини	Документи на об'єкти промислової власності	
	Бібліографічні дані	Відомості щодо їх дії
1	2	3
Сушильна частина	Патент № 105956 (UA), МПК (2016.01) D21F 5/00. Сушильна частина папероробної машини/Карпенко К. О., Новохат О. А. (UA), Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» – Заявка № u201510067, 15.10.2015, Опубл. 11.04.2016	Діє
Сушильний циліндр	Патент №55729 (UA), МПК (2009) D21F 5/00 Циліндр сушильний/Галстян А. С., Новохат О. А. (UA), Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» – Заявка № u201006480, 27.05.2010, Опубл. 27.12.2010	Діє
Сушильний циліндр	Патент №90749 (UA) МПК (2014.01)D21F 5/00 Сушильний циліндр/Карпенко К. О., Новохат О.А.(UA), Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Заявка № u 2013 15229, 25.12.2013; Опуб. 10.06.2014 р.	Діє
Сушильна частина	Патент №9851146 B2 (US) D21F5 /006 F26B21/01 Dryer section and method for drying a web of fibrous material, and machine having such a dryer section/ Manfred Huber , Oppenau – Ramsbach (DE); Joachim Uhl, Offenburg (DE); Lutz Kuhne, Ohlsbach (DE); Michael Boschert , Appenweier (DE) Заявка № 14/431428 27.09.2013; Опубл. 26.03.2015.	Діє

Продовження таблиці А.3

Сушильна частина	Патент №2010/0276096A1 (US) МПК6 D21F 11/00 (2006.01) Arrangement and method for saving energy in a drying section of a paper machine or the like/Rami Aaltonen, Turku (FI); Nenad Milosavljevic, Turku (FI). Заявка №12/810,464 31.12.2008; Опуб. 24.06.2010.	Діє
Сушильний циліндр	Патент №101034 (UA) МПК D21F 5/02 (2006.01) Сушильний циліндр/Марчевський В. М., Колобашкін Л. В., Семінський О. О. (UA). Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Заявка №u201501354, 18.02.2015, Опуб. 25.08.2015	Діє
Сушильний циліндр	Патент №60245 (UA) МПК (2011.01) D21F 5/00 Сушильний циліндр/Мартинюк В. О., Новохат О. А. (UA). Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Заявка № u201015076, 14.12.2010, Опуб. 10.06.2011.	Діє

Таблиця А.4 - Інша науково-технічна документація, відібрана для подальшого аналізу

ОГД, його основні частини	Джерела інформації	Бібліографічні
Сушильна група, сушильний циліндр	Эйдлин И.Я. Бумагоделательные и отделочные машины, изд.3-е, испр. И доп.	М: Лесная промышленность, 1970 – 624с.
Сушильна група, сушильний циліндр	Чичаев В.А., Глезин М.Л., Екимова В.А., Ильинский М.В., Лихтер А.Д., Литвинов М.Д. Оборудование ЦБП. . – т.2.	М.: Лесная промышленность, 1981 – 264с.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

Отже, у ході дослідження було з'ясовано, що:

1. в конструкції, що спроектована не застосовано суттєвих ознак, якими різняться розглянуті пристрої. Тому всі ознаки спроектованої конструкції є новими;
2. усі суттєві ознаки аналогів не було застосовано у розробленій сушильній групі;
3. відповідно до закону України «Про охорону прав на винаходи і корисні моделі» конструкція розробленої сушильної групи КРМ відповідає критерію «новизна» та «винахідницький рівень»;
4. провідними країнами у галузі картоноробного виробництва є США, Німеччина, Японія, Фінляндія та Російська Федерація;
5. аналіз патентів наводить на висновок про те, що сучасні розробки в галузі картонного виробництва спрямовані на вдосконалення сушильного циліндра, модернізацію сушильних груп та застосування нових методів сушіння.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б Комп'ютерний розрахунок цапф

На рисунку Б.1 блок-схему до розрахунку.

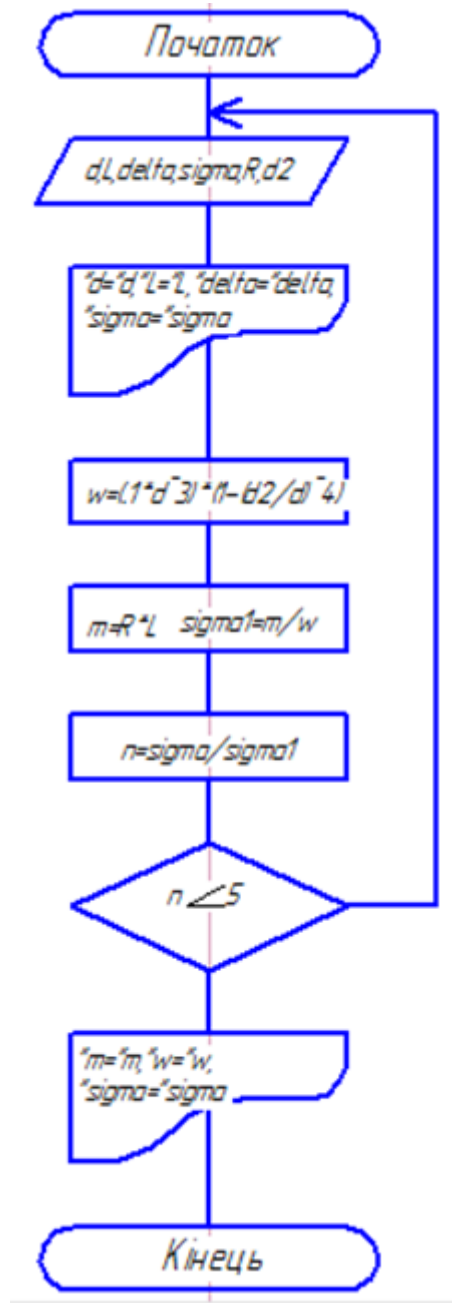


Рисунок Б.1 – Блок-схема розрахунку цапф

Таблиця Б.1 – Таблиця ідентифікаторів

Параметр	Позначення	Ідентифікатор	Одиниця
Діаметр цапфи	d	d	м
Відстань від опори до небезпечного перерізу	L	L	м
Товщина стінки цапфи	δ_y	delta	м
Границя витривалості матеріалу цапфи	σ_{-1}	sigma	МПа

Програма розрахунку
CLS

PRINT "Розрахунок цапф"

PRINT

PRINT "Вихідні дані"

1 :

INPUT "Діаметр цапфи, м"; d

INPUT "Відстань від опори до небезпечного перерізу, м"; L

INPUT "Товщина стінки цапфи, м"; delta

INPUT "Границя витривалості матеріалу цапфи, МПа"; sigma

R = 54095: d2 = .16

PRINT "Діаметр цапфи, d="; d;"м"

PRINT "Відстань від опори до небезпечного перерізу,L="; L; "м"

PRINT "Товщина стінки цапфи, delta="; delta;"м"

PRINT "Границя витривалості матеріалу цапфи, sigma="; sigma;"МПа"

w = (.1 * d ^ 3) * (1 - (d2 / d) ^ 4)

m = R * L

sigma1 = m / w

n = sigma / sigma1

IF n < 5 THEN GOTO 1

PRINT

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

PRINT "m=";m; "Нм"

PRINT "w="; w;"м³"

PRINT "sigma1="; sigma1; "МПа"

PRINT "Умова міцності виконується"

END

Результати розрахунку:

Діаметр цапфи,d=0,26 м

Відстань від опори до небезпечного перерізу,L=0,51 м

Товщина стінки цапфи,delta=0,05 м

Границя витривалості матеріалу цапфи,sigma=88,4 м

m=0,001505 Нм

w=27588 м³

sigma1=15,33 МПа

Умова міцності виконується

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток В

Патенти, які використані в патентному дослідженні

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **105956** (13) **U**
(51) МПК (2016.01)
D21F 5/00

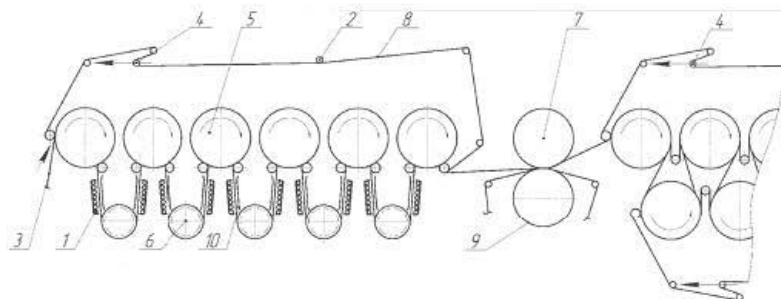
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2015 10067	(72) Винахідник(и):	Карпенко Костянтин Олексійович (UA), Новохат Олег Анатолійович (UA)
(22) Дата подання заявки:	15.10 2015	(73) Власник(и):	Карпенко Костянтин Олексійович, пров. Ковальський, 5, кв. 536, м. Київ-138, 03057 (UA), Новохат Олег Анатолійович, вул. Княжий Затон, 4-а, кв. 110, Київ-095, 02095 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	11.04 2016		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	11.04 2016, Бюл.№ 7		

(54) СУШИЛЬНА ЧАСТИНА ПАПЕРОРОБНОЇ МАШИНИ

(57) Реферат:

Сушильна частина папероробної машини складається з сушильних циліндрів, що встановлені в один чи два ряди. Між сушильними циліндрами розміщені вакуумні чи обдувні вали для безобривного перенесення паперового чи картонного полотна. Між першою та другою сушильними групами папероробної машини встановлений прес. Між сушильними циліндрами та вакуумними чи обдувними валами встановлено інфрачервоні випромінювачі, робоча поверхня випромінювання яких направлена на рухоме паперове чи картонне полотно і знаходиться на деякій відстані від нього. Зі зворотної сторони паперового чи картонного полотна встановлені рефлектори на деякій відстані від полотна.



UA 105956 U

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛБ51.705441.001 ПЗ

Арк.

99

Корисна модель належить до вдосконалення сушильної частини картоноробної/папероробної машини целюлозно-паперового виробництва, а також може використовуватись в текстильній промисловості та при виробництві волокнистих матеріалів.

Відома конструкція сушильної частини (патент US 5933979 D21F5/00), що складається з сушильних циліндрів, вакуумних циліндрів, сукна та станини. Недоліком цієї конструкції є те, що волога, що знаходиться всередині картонного полотна, повільно видаляється з його поверхні за рахунок обмеження швидкості переносу вологи з внутрішніх шарів полотна до поверхні шляхом концентраційної дифузії.

Задача корисної моделі полягає у інтенсифікації процесу сушіння картонного/паперового полотна за рахунок рівномірного розподілу вологовмісту по товщині цього полотна шляхом переміщення (витіснення) вологи із внутрішніх його шарів до зовнішніх (поверхні).

Поставлена задача вирішується тим, що сушильна частина папероробної машини, яка складається з сушильних циліндрів, що встановлені в один чи два ряди, між сушильними циліндрами розміщені вакуумні чи обдувні вали для безобривного перенесення паперового чи картонного полотна, згідно з корисною моделлю, між першою та другою сушильними групами папероробної машини встановлений прес. В першій сушильній групі папероробної машини вздовж рухомого сукна чи сітки між сушильними циліндрами та вакуумними чи обдувними валами встановлено інфрачервоні випромінювачі, робоча поверхня випромінювання яких направлена на рухоме паперове чи картонне полотно і знаходиться на деякій відстані від нього, а зі зворотної сторони паперового чи картонного полотна встановлені рефлектори на деякій відстані від полотна.

На кресленні показано схему сушильної частини паперо- чи картоноробної машини.

Сушильну частину, що містить першу сушильну групу з одноярусно розміщених сушильних циліндрів 5, між кожним з яких розміщено вакуумні чи обдувні вали 6, сукно/сітку 8, що почергово огинає з найбільшим кутом обхвату сушильні циліндри та вакуумні або обдувні вали. Вали 2, 4 слугують для натягу та правки сукно/сітки 8. На вільному пробігу між вакуумними/обдувними валами та сушильним циліндром встановлені інфрачервоні випромінювачі 1, направлені випромінюючою поверхнею до полотна, що рухається. Випромінювачі додатково прогривають вологу всередині паперового/картонного полотна 3. Гарячий пар подається в сушильні циліндри, нагріваючи їх, а в вакуумних валах створюється розрідження. У разі використання обдувних валів у них подається гаряче повітря. Після останнього сушильного циліндра першої сушильної групи встановлюється прес, що складається з пресових валів 7 та 9. Після пресу паперове/картонне полотно потрапляє в другу сушильну групу з двоярусно розміщеними сушильними циліндрами.

Сушильна частина працює наступним чином.

Сушіння рухомого картонного/паперового полотна відбувається при його дотиканні з нагрітою зовнішньою поверхнею сушильного циліндра, що обертається, та дією інфрачервоного випромінювання на полотно.

Отже картонне/паперове полотно після пресової частини входить до першого сушильного циліндра, огинаючи його, далі слідує вздовж інфрачервоних випромінювачів до вакуумного/обдувного вала, а потім до наступного сушильного циліндра. Після останнього сушильного циліндра першої сушильної групи паперове полотно потрапляє в захват до пресових валів, де проходить переміщення вологи зсередини теплового полотна до зовнішніх його шарів (поверхонь). Після преса полотно йде до наступної сушильної двоярусної секції. Всі наступні секції також двоярусні.

Наявність рефлекторів 10 з протилежного боку паперу від інфрачервоних випромінювачів дозволить тепловий потік, що пройшов назовні через паперове полотно та сітку, спрямувати назад на сітку та папір. А в разі застосування обдувних циліндрів між сіткою/сукном та рефлекторами створюється спрямований потік гарячого повітря, що підтримує температуру сітки/сукна та полегшує видалення вологої пари від неї. При цьому за рахунок підтримання температури сітки чи сукна в подальшому менше теплової енергії поглинається ними.

За рахунок наявності пресових валів волога зсередини картонного чи паперового полотна швидше відводиться до поверхонь, зменшуючи цим час сушіння. Це призводить до зменшення загальної кількості сушильних циліндрів та пари, що подається в них.

Інфрачервоні випромінювачі сприяють зменшенню часу прогріву полотна, що також зменшує загальну кількість сушильних циліндрів. А наявність рефлекторів зменшить теплові втрати.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



УКРАЇНА

(19) UA (11) 55729 (13) U
(51) МПК (2009)
D21F 5/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЦИЛІНДР СУШИЛЬНИЙ

1

2

(21) u201006480
(22) 27.05.2010
(24) 27.12.2010
(46) 27.12.2010, Бюл. № 24, 2010 р.
(72) ГАЛСТЯН АНДРІЙ СЕРГІЙОВИЧ, НОВОХАТ
ОЛЕГ АНАТОЛІЙОВИЧ
(73) ГАЛСТЯН АНДРІЙ СЕРГІЙОВИЧ, НОВОХАТ
ОЛЕГ АНАТОЛІЙОВИЧ
(57) 1. Циліндр сушильний, який складається з корпусу, з'єднаних з ним торцевих кришок з порожнистими цапфами, конденсатівідвідних сифонних пристроїв, турбулізуючого елемента, встановленого в порожнині циліндра вздовж його твірної і

закріпленого за допомогою радіально розташованих тримачів на нерухомому центральному валу, який відрізняється тим, що циліндр сушильний разом з турбулізуючим елементом має подачу пари безпосередньо на внутрішню його поверхню та відвід конденсату безпосередньо з внутрішньої поверхні по всій її твірній паронаправляючими та конденсатівідвідними сифонними пристроями відповідно.
2. Циліндр сушильний за п. 1, який відрізняється тим, що зуби турбулізуючого елемента мають Т-подібну форму.

Корисна модель відноситься до вдосконалення циліндру сушильного в сушильній частині паперо- чи картоноробної машини.

Відомий сушильний циліндр СРСР №1136751, кл. D21F5/10, 1985. Він складається з корпусу, з'єднаних з ним торцевих кришок з порожнистими цапфами, конденсатівідвідних сифонних пристроїв, турбулізуючого елемента, який виконаний у вигляді тримача з рівномірно розміщеним в ньому ворсу, встановлений в порожнині циліндра вздовж його твірної і закріплений за допомогою радіально розташованих тримачів на нерухомому центральному валу.

Недоліком аналогу є неспроможність штучній турбулізації конденсату при відстійній формі його розміщення на внутрішній поверхні циліндра.

Прототипом є патент №2033487, який відрізняється від аналога тим, що турбулізуючий елемент виконаний у вигляді вала з рядами зубів, розташованих вздовж його твірних таким чином, що зуби в сусідніх рядах розміщені в шаховому порядку по периметру валу, вал жорстко з'єднаний своїми торцевими поверхнями з співвісними приводними дисками, які дотикаються до внутрішньої поверхні корпусу сушильного циліндра.

Ціль корисної моделі - інтенсифікація процесу теплопередачі від пари, що конденсується, до матеріалу.

Порівняння з прототипом показало, що пропонуєми сушильний циліндр відрізняється тим, що

для покращення процесу теплопередачі від конденсату пари до матеріалу за рахунок встановлення пристроїв для подачі пари та відводу конденсату безпосередньо на внутрішню поверхню циліндра вздовж його твірної.

На фіг.1 показано загальний вид запропонованого сушильного циліндру; на фіг. 2 - розріз А-А з фіг. 1.

Сушильний циліндр складається з корпусу 1, з'єднані з ним торцеві кришки 2 з порожнистими цапфами 3, нерухомі сифонні пристрої 4, які розміщені під однаковим кутом один до одного в залежності від їх кількості і з'єднанні з конденсатівідвідними трубами 5. Нерухомий «глухий» центральний вал 6, який за допомогою фланців з'єднаний з трубами 5 та з пристроями для подачі пари 7. Тримачі 8 розміщені радіально вздовж циліндра і одним кінцем прикріплені до валу 6, а іншим кінцем через пружинні притискні вставки 9 сполучені з турбулізуючим елементом. Турбулізуючий елемент складається з рухомого валу 10 з рядами зубів Т-подібної форми 11, що розміщені в шаховому порядку. Торцеві поверхні валу 10 жорстко сполучені з співвісними приводними дисками 12, які мають більший діаметр, ніж діаметр валу й дотикаються до внутрішньої поверхні корпусу 1 циліндра.

Сушильний циліндр працює наступним чином.

Паперове або картонне полотно, яке поступає на зовнішню поверхню корпусу 1 циліндра, що

(13) U

(11) 55729

(19) UA

Арк.

101

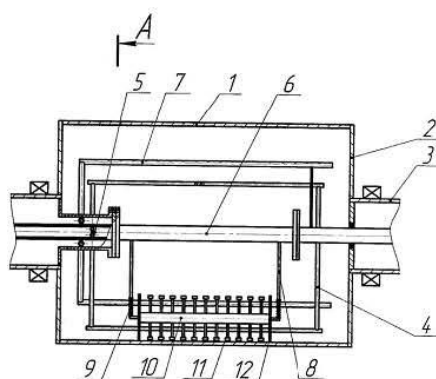
ЛБ51.705441.001 ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

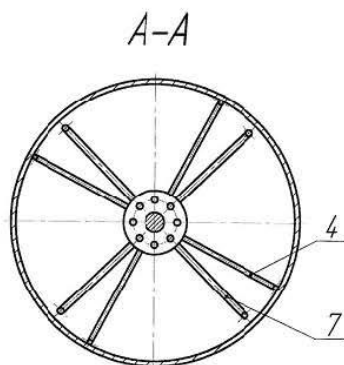
обертається, висушується на ньому внаслідок відбору теплоти від пари, що конденсується, яка безпосередньо подається на внутрішню поверхню корпусу 1 через пристрій підводу пари 7. При цьому для зменшення теплових втрат пара подається безпосередньо на внутрішню поверхню корпусу 1 через ряд трубних пристроїв подачі пари 7, кожен з яких тягнеться вздовж твірної всього корпусу 1. Конденсат що утворюється на внутрішній поверхні циліндра, має вигляд серпоподібного шару чи замкненого кільця в залежності від режиму роботи машини. Частина внутрішньої поверхні циліндра покрита тонкою плівкою конденсату. Для швидшого відбору плівки конденсату, що віддала своє тепло внутрішній поверхні стінки 1 циліндра, по всій його поверхні розміщені конденсатовідвідні пристрої, кожен з яких тягнеться по всій твірній кор-

пусу. Турбулізація шару досягається внаслідок руху заглиблених в нього зубів 11 вала 10, що обертається. Обертання вала 10 здійснюється внаслідок контакту приводних дисків 12 з внутрішньою поверхнею корпусу 1 сушильного циліндру. Краплі конденсату, що утворюються при обертанні вала 9, розбризкуються у порожнині сушильного циліндра, покриваючи частину внутрішньої поверхні циліндра, не зайняту шаром. Конденсат відводиться з внутрішньої поверхні корпусу 1 за допомогою сифонних пристроїв 4 і по трубам 5 відводяться з циліндра.

Таким чином використання даної конструкції сушильного циліндру дозволить інтенсифікувати процес теплообміну, що зменшить час сушіння матеріалу.



Фиг.1



Фиг.2

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Підписне

Тираж 26 прим.

Міністерство освіти і науки України

Державний департамент інтелектуальної власності, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **90749** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
D21F 5/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

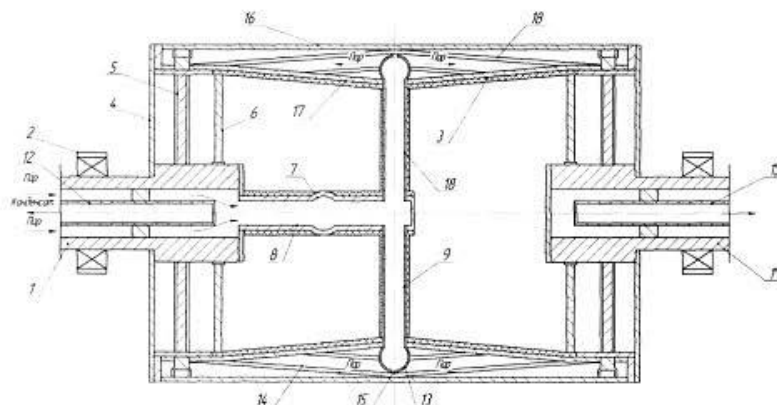
(21) Номер заявки **u 2013 15229**
(22) Дата подання заявки: **25.12.2013**
(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.06.2014**
(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.06.2014, Бюл. № 11**

(72) Винахідник(и):
**Карпенко Костянтин Олексійович (UA),
Новохат Олег Анатолійович (UA)**
(73) Власник(и):
**Карпенко Костянтин Олексійович,
пров. Ковальський, 5, кв. 536, м. Київ-138,
03057 (UA),
Новохат Олег Анатолійович,
вул. Княжий Затон, 4-а, кв. 110, Київ-095,
02095 (UA)**

(54) СУШИЛЬНИЙ ЦИЛІНДР

(57) Реферат:

Пристрій для сушіння паперового полотна, який складається з сушильного циліндра, що містить корпус, з торців якого співвісно встановлені кришки, що утворюють кільцеву камеру, з'єднану з порожнистою цапфою, що має засіб для подачі пари і відведення конденсату, причому на внутрішній поверхні зовнішньої оболонки циліндра наварені по спіралі смужки металу, напрям закрутки яких йде від центра циліндра до торців за ходом його обертання.



Фіг. 1

UA 90749 U

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛБ51.705441.001 ПЗ

Арк.

103

Корисна модель належить до вдосконалення сушильного циліндра в сушильній частині папероробної чи картоноробної машини.

Відома конструкція сушильного циліндра (патент SU 1567708 A1 D21 F 5/02), що складається з порожнистої цапфи, внутрішньої та зовнішньої оболонок, сифонної трубки, теплоізоляції. Недоліком конструкції є те, що конденсат повільно відводиться від внутрішньої поверхні циліндра.

Задача корисної моделі - інтенсифікація теплообміну за рахунок швидкого вилучення конденсату із зони теплообміну.

На фіг. 1 показано сушильний циліндр.

Сушильний циліндр містить корпус, утворений зовнішньою оболонкою 16 та внутрішньою оболонкою 17, що жорстко з'єднана спицями 6 з порожнистими цапфами 1 і 11, якими циліндр опирається на підшипникові вузли 2. Простір між співвісними оболонками 16 і 17 має змінну по ширині циліндра камеру, що рівномірно зменшується від середини циліндра до його торців. Паропровід 8 має компенсатор 7. Гарячий пар подається в камеру 14, утворену оболонками 16 та 17, від розподільчого паропроводу 9. Паропровід виконано у вигляді кільцевого колектора 13 з отвором 15 для виходу пари. Наварені на внутрішній поверхні циліндра сталеві смужки за рахунок відцентрової та колової сил що виникають від обертання циліндру, відводять конденсат до його торців. Там сифоном 5, що з'єднаними з конденсато-відвідною трубкою 12 конденсат відводиться на зовні циліндру, торці якого закриті щитами 4. Зовнішня поверхня внутрішньої оболонки 17, паропроводів 8 та 9 покриті тепловою ізоляцією 3.

Сушильний циліндр працює наступним чином.

Сушіння рухомого паперового полотна відбувається при його дотиканні з нагрітою парою зовнішньою оболонкою 16 сушильного циліндра, що обертається на порожнистих цапфах 1 та 11 в підшипниках 2. Гріюча пара через порожнину цапфи 1 по паропроводу 8 і розподільним паропроводам 9 надходить в кільцевий колектор 13 та через вихідні отвори 15 подається в камеру 14. У міру руху по камері 14 гріюча пара конденсується, віддаючи через обичайку 16 тепло паперу, що сушиться. Із-за наявності наварених металевих смужок 18 конденсат більш швидко відводиться до торців, де відсмоктується обертовим сифоном 5, і через трубку 12 відводиться з циліндра. Смужки металу наварені так, щоб напрям закручування йшов від центру циліндра до його торців за напрямком колової швидкості, що виникає від обертання сушильного циліндра.

На фіг.2 зображено розгортку внутрішньої поверхні зовнішньої оболонки циліндра, де $A=\pi D$ (В - ширина циліндра, D - діаметр циліндра, К - товщина зовнішньої оболонки циліндра).

За рахунок наявності металевих смужок, що наварені на внутрішній поверхні зовнішньої оболонки, конденсат швидко відводиться з циліндра, зменшуються термічний опір та втрати тепла від пари до паперового полотна.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для сушіння паперового полотна, який складається з сушильного циліндра, що містить корпус, з торців якого співвісно встановлені кришки, що утворюють кільцеву камеру, з'єднану з порожнистою цапфою, що має засіб для подачі пари і відведення конденсату, який **відрізняється** тим, що на внутрішній поверхні зовнішньої оболонки циліндра наварені по спіралі смужки металу, напрям закрутки яких йде від центра циліндра до торців за ходом його обертання.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104



US009851146B2

(12) **United States Patent**
Huber et al.

(10) **Patent No.:** **US 9,851,146 B2**
(45) **Date of Patent:** **Dec. 26, 2017**

(54) **DRYER SECTION AND METHOD FOR DRYING A WEB OF FIBROUS MATERIAL, AND MACHINE HAVING SUCH A DRYER SECTION**

(71) Applicant: **PAPIERFABRIK AUGUST KOEHLER SE**, Oberkirch (DE)

(72) Inventors: **Manfred Huber**, Oppenau-Ramsbach (DE); **Joachim Uhl**, Offenburg (DE); **Lutz Kuhne**, Ohlsbach (DE); **Michael Boschert**, Appenweiler (DE)

(73) Assignee: **Papierfabrik August Koehler SE**, Oberkirch (DE)

(*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 0 days.

(21) Appl. No.: **14/431,428**

(22) PCT Filed: **Sep. 27, 2013**

(86) PCT No.: **PCT/DE2013/200177**
§ 371 (c)(1),
(2) Date: **Mar. 26, 2015**

(87) PCT Pub. No.: **WO2014/048431**
PCT Pub. Date: **Apr. 3, 2014**

(65) **Prior Publication Data**
US 2015/0247669 A1 Sep. 3, 2015

(30) **Foreign Application Priority Data**
Sep. 28, 2012 (DE) 10 2012 217 858

(51) **Int. Cl.**
F26B 11/02 (2006.01)
F26B 5/02 (2006.01)
(Continued)

(52) **U.S. Cl.**
CPC **F26B 5/02** (2013.01); **D21F 5/006** (2013.01); **D21F 5/18** (2013.01); **F26B 21/001** (2013.01)

(58) **Field of Classification Search**
CPC ... **F26B 11/00**; **F26B 11/02**; **F26B 5/02**; **B41J 11/00**; **B41J 11/02**; **B41J 11/002**; **D21F 11/00**; **D21F 5/00**; **D21F 5/18**
(Continued)

(56) **References Cited**

U.S. PATENT DOCUMENTS

3,694,926 A 10/1972 Rodwin et al.
3,750,306 A 8/1973 Rodwin et al.
(Continued)

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

DE 1031264 A 6/1958
DE 199 44 266 A1 3/2001
(Continued)

OTHER PUBLICATIONS

International Search Report for PCT/DE2013/200177, issued on Mar. 20, 2014.

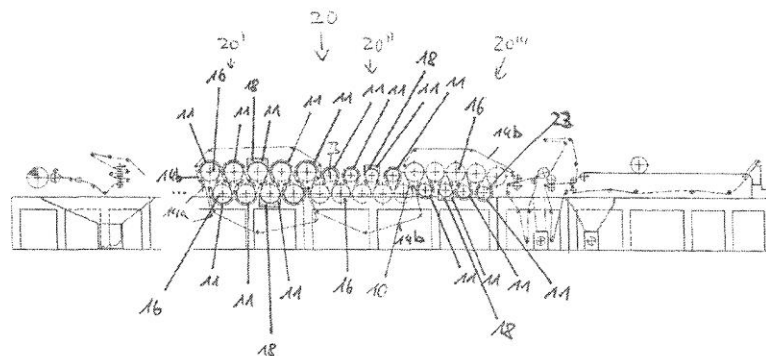
Primary Examiner — Stephen M Gravini

(74) Attorney, Agent, or Firm — Zareefa B. Flener; Flener IP Law

(57) **ABSTRACT**

A dryer section for drying a web of fibrous material is provided, which has at least one drying unit for reducing the moisture content of the web by means of convection drying. The drying unit has at least one nozzle for applying a drying fluid to the web, at least one discharge device for the moist air produced during convection drying, and transport means for moving the web relative to the drying unit. The drying unit has at least one ultrasonic generator, which is arranged, for exciting vibrations in the drying fluid, in the region of the nozzle in such a manner that the reduction of the

(Continued)



ЗМН.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛБ51.705441.001 ПЗ

Арк.

105

US 9,851,146 B2

Page 2

moisture content by ultrasound can be supported over the entire width of the web.

16 Claims, 4 Drawing Sheets

- (51) **Int. Cl.**
D21F 5/00 (2006.01)
D21F 5/18 (2006.01)
F26B 21/00 (2006.01)
- (58) **Field of Classification Search**
 USPC 34/497, 117, 121, 279; 162/207, 290
 See application file for complete search history.

- (56) **References Cited**
- U.S. PATENT DOCUMENTS
- 3,999,302 A * 12/1976 Candor B01D 21/0009
 219/780
 4,689,895 A * 9/1987 Taylor D21F 7/003
 34/114
 5,669,159 A * 9/1997 Orloff D21F 3/0272
 162/206
 6,475,571 B1 * 11/2002 Echigo B05B 7/0012
 427/256

6,701,637 B2 * 3/2004 Lindsay D21F 5/004
 162/206
 8,756,825 B2 * 6/2014 Priebe F26B 3/22
 118/239
 8,756,830 B2 * 6/2014 Priebe B41J 11/002
 118/239
 9,068,775 B2 6/2015 Plavnik
 9,096,079 B2 * 8/2015 Priebe B41J 11/002
 2010/0199510 A1 8/2010 Plavnik
 2010/0206505 A1 * 8/2010 Clarahan D21F 5/024
 162/207
 2015/0247669 A1 * 9/2015 Huber D21F 5/006
 34/279

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

DE 19944266 A1 3/2001
 DE WO 2014048431 A3 * 5/2014 D21F 5/006
 DE 10 2012 217 858 A1 6/2014
 DE 102012217858 A1 * 6/2014 D21F 5/006
 EP 1 092 060 B1 8/2003
 RU 2335588 C2 7/2005
 SU 427216 A1 5/1974
 WO 00/19007 A1 4/2000
 WO 2010/090690 A1 8/2010
 WO 2014/048431 A2 4/2014

* cited by examiner



US 20100276096A1

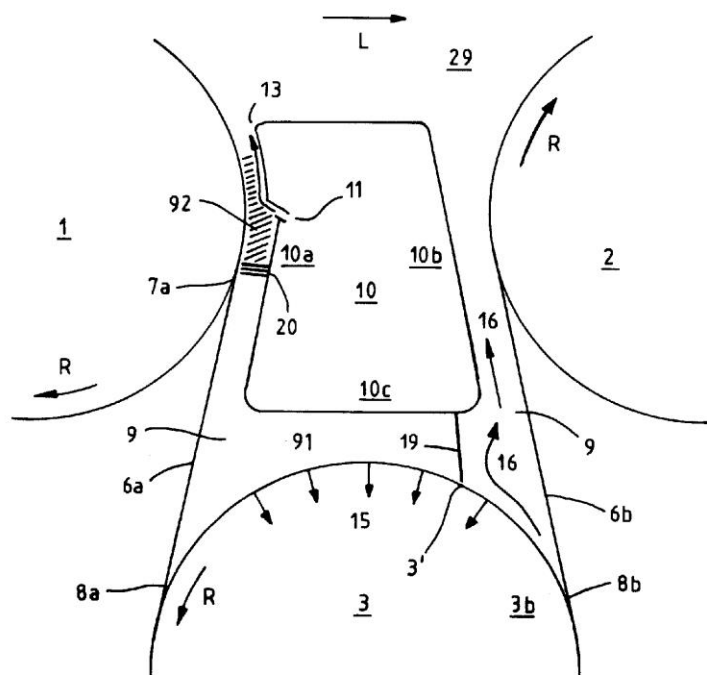
(19) **United States**(12) **Patent Application Publication**
Aaltonen et al.(10) **Pub. No.: US 2010/0276096 A1**(43) **Pub. Date: Nov. 4, 2010**(54) **ARRANGEMENT AND METHOD FOR
SAVING ENERGY IN A DRYING SECTION OF
A PAPER MACHINE OR THE LIKE**(75) Inventors: **Rami Aaltonen**, Turku (FI); **Nenad
Milosavljevic**, Turku (FI)Correspondence Address:
**COHEN, PONTANI, LIEBERMAN & PAVANE
LLP**
551 FIFTH AVENUE, SUITE 1210
NEW YORK, NY 10176 (US)(73) Assignee: **Melso Paper Inc.**, Helsinki (FI)(21) Appl. No.: **12/810,464**(22) PCT Filed: **Dec. 31, 2008**(86) PCT No.: **PCT/FI08/00148**§ 371 (c)(1),
(2), (4) Date: **Jun. 24, 2010**(30) **Foreign Application Priority Data**

Dec. 31, 2007 (FI) 20071031

Dec. 31, 2007 (FI) 20071033

Publication Classification(51) **Int. Cl.**
D21F 11/00 (2006.01)
D21F 3/08 (2006.01)(52) **U.S. Cl.** **162/202; 162/358.1**(57) **ABSTRACT**

The invention relates to an arrangement and a method of a paper machine or the like for saving energy in the drying section. According to the invention, in the drying section of a paper machine or the like in connection with a pocket space (9) between two drying cylinders (1, 2) and one turn roll (3), there are the following delimiting said pocket space (9): a first drying cylinder (1), a second drying cylinder (2), a turning suction roll (3) and a wire (5, 5a, 5b), which is arranged to travel from the first drying cylinder (1) to the turning suction roll (3) and from there on to the second drying cylinder (2). The arrangement further comprises a box-like runnability component (10) and a sealing element (19) arranged in the lower part of the runnability component (10), in the gap between the runnability component and the turning suction roll (3) in order to seal said gap and thereby to promote the operation of the turning suction roll (3).



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛБ51.705441.001 ПЗ

Арк.

107

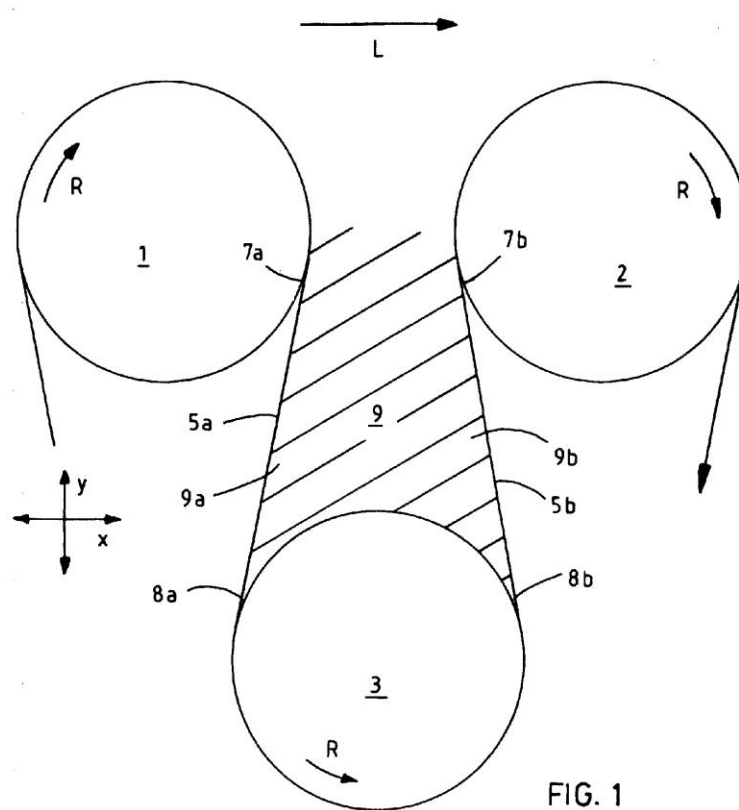


FIG. 1
Prior Art



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **101034** (13) **U**
(51) МПК
D21F 5/02 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2015 01354	(72) Винахідник(и):	Марчевський Віктор Миколайович (UA), Колобашкін Леон Віталійович (UA), Семінський Олександр Олегович (UA)
(22) Дата подання заявки:	18.02.2015	(73) Власник(и):	Марчевський Віктор Миколайович, Русановський бульвар, 1, кв. 56, м. Київ, 02154 (UA), Колобашкін Леон Віталійович, вул. Андрія Малишка, 35, кв. 5, м. Київ, 02192 (UA), Семінський Олександр Олегович, вул. Чорнобильська, 9 а, кв. 114, м. Київ, 03179 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	25.08.2015		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.08.2015, Бюл.№ 16		

(54) СУШИЛЬНИЙ ЦИЛІНДР

(57) Реферат:

Сушильний циліндр для сушіння паперового картонного та іншого видів полотна в машинах для виготовлення або покращення якості обробки такого полотна містить зовнішню оболонку, яка нагрівається гарячим текучим середовищем, наприклад водяною парою. Зовнішня оболонка циліндра виконана із квадратних або трапецієвидних труб, укладених на опорні диски і скріплені між собою.

UA 101034 U

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛБ51.705441.001 ПЗ

Арк.

109

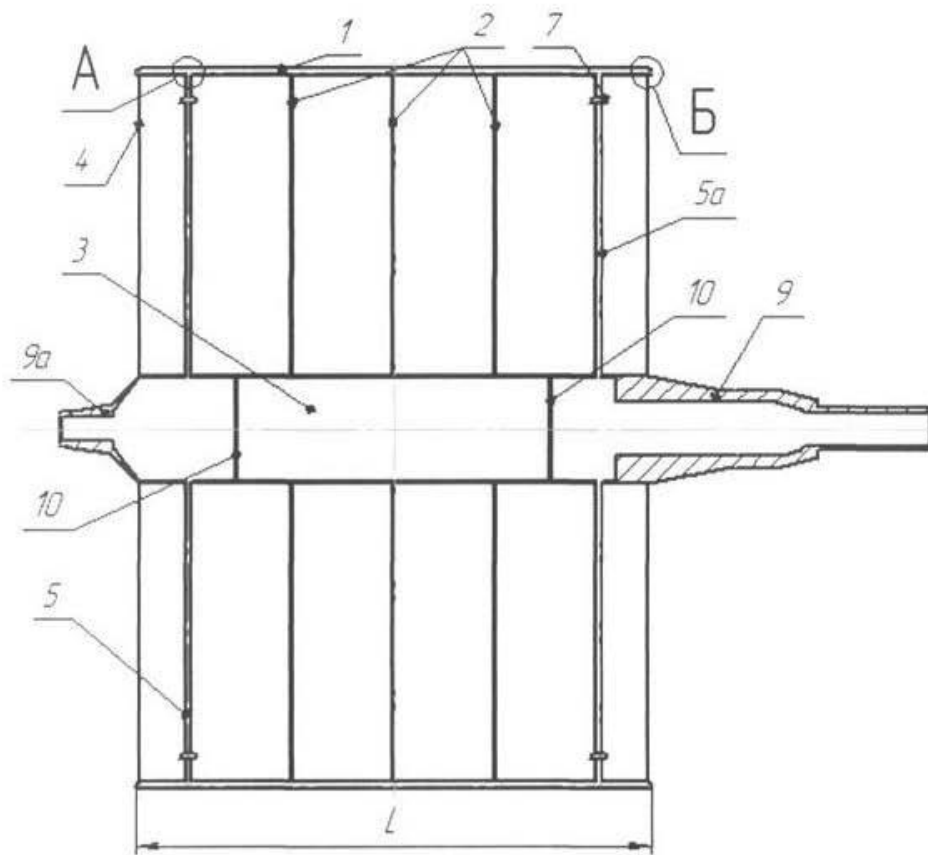


Fig. 1

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		110



УКРАЇНА

(19) UA (11) 60245 (13) U
(51) МПК (2011.01)
D21F 5/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СУШИЛЬНИЙ ЦИЛІНДР

1

(21) u201015076
(22) 14.12.2010
(24) 10.06.2011
(46) 10.06.2011, Бюл. № 11, 2011 р.
(72) МАРТИНЮК ВАДИМ ОЛЕГОВИЧ, НОВОХАТ
ОЛЕГ АНАТОЛІЙОВИЧ
(73) МАРТИНЮК ВАДИМ ОЛЕГОВИЧ, НОВОХАТ
ОЛЕГ АНАТОЛІЙОВИЧ
(57) 1. Сушильний циліндр, який складається з
максимально тонкої зовнішньої оболонки, що має
рифлену внутрішню поверхню, несучого тіла, з'єд-

2

нувальних елементів, який відрізняється тим, що
зовнішня поверхня внутрішньої оболонки, яка раз-
ом із зовнішньою оболонкою утворює порожнисті
камери, куди подається теплоносії, має теплову
ізоляцію.
2. Сушильний циліндр за п. 1, який відрізняється
тим, що зовнішня поверхня внутрішньої оболонки,
яка разом із зовнішньою оболонкою утворює по-
рожнисті камери, в які подається теплоносії, має
напилення з матеріалу, який має мінімально допу-
стимий коефіцієнт теплопровідності.

Корисна модель належить до конструкцій для
сушіння паперового, картонного чи іншого волок-
нистого полотна і може бути використана в цело-
лозно-паперовій і текстильній промисловостях.

Пристрої для сушіння з подібного роду су-
шильними циліндрами відомі вже довгий час, при-
чому волокнисте полотно обмотується навколо
них, притискаючись сіткою. У результаті контакту
волокнистого полотна з гарячою бічною поверх-
нею оболонки відбувається нагрівання та подаль-
ше сушіння.

Швидкість сушіння при цьому обмежується
якістю прилягання висушуваного полотна до пове-
рхні циліндру, товщиною оболонки і термічним
опором на внутрішній його поверхні. З іншого боку,
великий діаметр сушильного циліндру та надлиш-
ковий внутрішній тиск в його корпусі для забезпе-
чення надійності конструкції вимагають відносно
товстої оболонки циліндра.

Відповідно до цього, завданням корисної мо-
делі є збільшення теплового потоку через зовніш-
ню оболонку та зменшення теплових втрат.

Відомий сушильний циліндр (RU 2372434,
МПК 6, D21F5/02), в якому зменшені теплові втра-
ти через зовнішню оболонку. Проте при цьому
присутні теплові втрати через внутрішню оболон-
ку.

Ця задача була вирішена за рахунок того, що
між несучим тілом і зовнішньою оболонкою є, що-
найменше, одна порожня камера, через яку проті-
кає текуче середовище, а зовнішня оболонка є
максимально тонкою. Несуче тіло проходить, пе-
реважно, аксіально через весь сушильний циліндр
і забезпечує його достатню міцність та жорсткість.

Це призводить до зменшення навантаження на
зовнішню оболонку дому зовнішня оболонка може
виконуватися більш тонкою. Також для зменшення
теплових втрат зовнішня оболонка несучої части-
ни має теплоізоляцію.

При цьому зовнішня оболонка повинна витри-
мувати навантаження від прилягання висушувано-
го полотна та від внутрішнього надлишкового тис-
ку.

Для покращення теплопередачі від пари до
зовнішньої оболонки внутрішня сторона зовніш-
ньої оболонки зроблена рифленою.

Сушильний циліндр, показаний на фіг. 1 чи
фіг. 2, складається з максимально тонкої зовніш-
ньої оболонки 1, яка змонтована несучому тілі 2
сушильного циліндра. При цьому між несучим ті-
лом 2 і зовнішньою оболонкою 1 залишається кі-
лька аксіально утворених порожнистих камер 7,
через які протікає гарячий теплоносії. Останнім
нагрівається зовнішня оболонка 1, з зовнішньою
поверхнею якої контактує висушуване полотно.
Для оптимізації теплового потоку через зовнішню
оболонку 1 вона повинна бути виконана, залежно
від використовуваного матеріалу, як можна більш
тонкою. Для зменшення теплових втрат від тепло-
носії зовнішню поверхню несучої частини 2 покри-
то корозостійкою теплоізоляцією.

Основне навантаження сприймає несуче тіло
2, яке проходить аксіально через весь сушильний
циліндр. Теплоносії в порожніх камерах протікає
аксіально через порожнисті камери 7. Подача і
відведення пари здійснюється за допомогою кон-
денсаторівідводного пристрою. На зовнішній оболон-
ці 1 теплоносії зазнає конденсацію. Щоб покра-

(13) U
(11) 60245
(19) UA

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛБ51.705441.001 ПЗ

Арк.

111

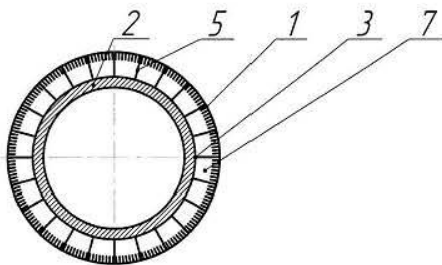
щити теплопередачу від теплоносія до зовнішньої оболонки 1, внутрішня сторона цієї оболонки має ребра 3, які виступають з шару конденсату. На фіг. 1 несуче тіло 2 виконане у вигляді товстостінної оболонки циліндра, яка одночасно обмежує порожні камери 7. Між несучим тілом 2 і зовнішньою оболонкою 1 знаходяться розподілені по периметру стяжні болти 5, які утримують зовнішню оболонку 1 на несучому тілі 2 всупереч надлишкового тиску пари в порожніх камерах 7. На противагу цьому порожністі камери 7 на фіг.2 обмежуються внутрішньою оболонкою 4 і зовнішньою оболонкою 1. В якості стабілізуючих з'єднувальних елементів 5 між цими оболонками 1, 4 використовуються бічні стінки. Цю внутрішню оболонку 4 несе несуче

тіло 2. На фіг. 3 показано схему нанесення теплоізоляції 6. Це сприяє зменшенню теплових втрат від теплоносія в порожнистих камерах 7, до внутрішньої сторони сушильного циліндру. При цьому несуче тіло повинно мати мінімальний коефіцієнт теплопровідності. Як варіант, замість теплоізоляції може бути нанесення матеріалу, який має мінімальний коефіцієнт теплопровідності.

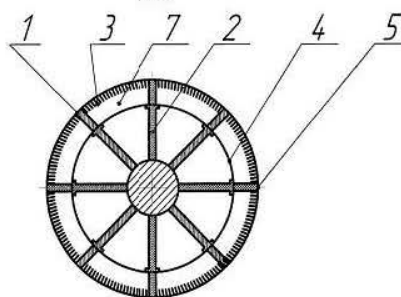
На фіг.1 показано варіант конструкції сушильного циліндра.

На фіг.2 показано варіант конструкції сушильного циліндра.

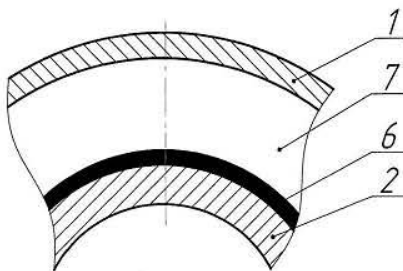
На фіг.3 показана схема нанесення теплової ізоляції.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Комп'ютерна верстка В. Мацело

Підписне

Тираж 24 прим.

Міністерство освіти і науки України

Державний департамент інтелектуальної власності, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601

Додаток Г

Публікації автора

1. Модернізація сушильного циліндра картоноробної машини: Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів: Збірник тез доповідей XXIII всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених. /Грицюк Г. І., Новохат О. А./ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Інженерно-хімічний факультет 2018 – 47-48 с.
2. Модернізація сушильної групи картоноробної машини: Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів: Збірник тез доповідей XXIV всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених. /Грицюк Г. І., Новохат О. А./ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Інженерно-хімічний факультет 2019 – 46-47 с.
3. Модернізація сушильної частини картоноробної машини: VII Міжнародна науково-практична інтернет-конференція Сучасний рух науки. /Грицюк Г. І., Новохат О. А./ м. Дніпро 2019.
4. Патент № u 2019 01755 «Сушильна група». Дата подання 20.02.2019.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						113
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Модернізація сушильного циліндра картоноробної машини

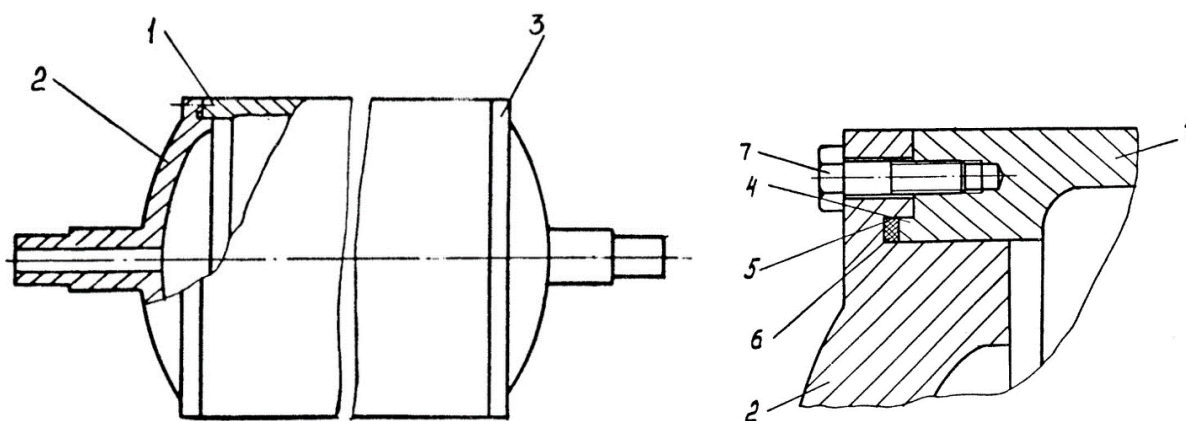
студент Грицюк Г. І., к.т.н., ст. викл. Новохат О. А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

В целюлозно-паперовій промисловості сушіння паперу є найбільш ресурсозатратним етапом виробництва, а сушильна частина потребує найбільших затрат енергії на сушіння паперового полотна. Тому модернізація сушильного циліндра картоноробної машини з метою зменшення енергозатрат є актуальною задачею.

Сушильний циліндр, схема якого показана на рисунку 1, складається з корпусу і кришок. На торцевих поверхнях корпусу з двох сторін виконані кільцеві виступи, що входять в кільцеві канавки кришок. У канавках встановлені ущільнювальні кільця, наприклад еластичні прокладки. Затягування з'єднань корпусу з кришками здійснюється за допомогою гвинтів. [1]



1 - корпус; 2, 3 - кришки; 4 - кільцеві виступи; 5 - кільцеві канавки;
6 - ущільнювальні кільця; 7 - гвинти.

Рисунок 1. - Сушильний циліндр

Для інтенсифікації процесу сушіння в сушильній частині доцільно застосовувати закриті ковпаки та ковпаки швидкісної сушки з сопловим обдувом картонного полотна гарячим повітрям. Ці пристрої підведуть додатковий тепловий потік, що призведе до зменшення кількості сушильних циліндрів в сушильній частині.

Також одним з актуальних способів інтенсифікації сушіння картону є встановлення на початку сушіння інфрачервоних випромінювачів. Оскільки картонне полотно на початку сушіння має високу вологість і майже не утворює пил, то мінімізується можливість займання полотна. Проте вологе полотно швидко прогрівається від поглинутої теплоти від інфрачервоного випромінювання. Тому на сушильних циліндрах волога вже поглинається з першого періоду сушіння, що, як відомо, має максимальну швидкість.

Аналіз теплообміну між парою, що конденсується, та прилеглим до зовнішньої поверхні полотном показав, що лімітуюча стадія його – від зовнішньої поверхні оболонки до картону. Тому найбільш доцільним шляхом удосконалення в цьому напрямку є покращення якості прилягання картонного полотна до зовнішньої поверхні оболонки сушильного циліндра. Це досягається завдяки нанесенню покриття, наприклад хромування, шліфування оболонки та щільне притискання сіткою або сукном.

Отже, завдяки запропонованим методам інтенсифікації процесу сушіння збільшиться продуктивність сушильної частини і, відповідно, картоноробної машини в цілому.

Перелік посилань:

1. <http://www.freepatent.ru/patents/2037595>
2. В. А. Чичаев, А. А. Васильев, И. А. Васильев и др. — М.: Лесная промсть, 1981. – 5 с.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Модернізація сушильної групи картоноробної машини

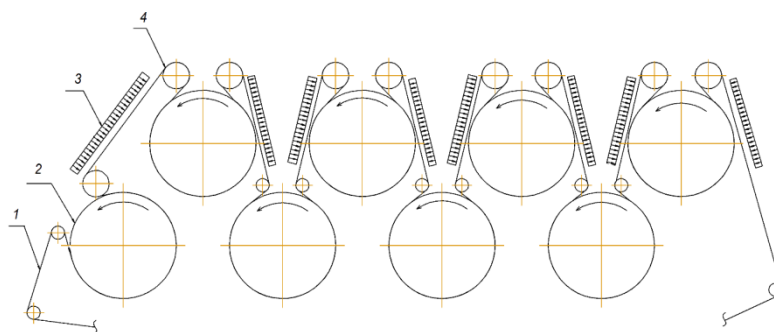
студент Грицюк Г. І., к.т.н., ст. викл. Новохат О. А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Контактний метод сушіння паперу на сушильних циліндрах найпоширеніший у сучасній папероробній промисловості. Але його недоліками є велика металоємність конструкції та недостатня кінцева сухість паперу. Тому розглянувши всі можливі шляхи модернізації та провівши детальний аналіз конструкції було встановлено, що найбільш доцільним способом інтенсифікації сушіння картону є встановлення на початку сушіння інфрачервоних випромінювачів. Оскільки картонне полотно на початку сушіння має високу вологість і майже не утворює пил, то мінімізується можливість займання полотна. Проте вологе полотно швидко прогрівається від поглинутої теплоти від інфрачервоного випромінювання. Тому на сушильних циліндрах волога вже поглинається з першого періоду сушіння, що, як відомо, має максимальну швидкість. [1]

Схема сушильної групи з інфрачервоними випромінювачами показана на рисунку 1.



1 – полотно; 2 – сушильний циліндр; 3 – інфрачервоні випромінювачі; 4 – сукноведучі вали.

Рисунок 1.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		116

Полотно, яке рухається по сукну чи сітці сушиться контактним методом на сушильних циліндрах, а на проміжках між ними – радіаційним за допомогою інфрачервоних випромінювачів. Їх робоча сторона направлена на волокнисте полотно, що сушиться. А таке розміщення випромінювачів не протидіє вільному витоку утвореної пари через зверху розміщених сушильних циліндрів.

Отже, інфрачервоні випромінювачі сприяють зменшенню часу прогріву полотна, що також зменшує загальну кількість сушильних циліндрів. А таке розташування сушильних циліндрів в сушильній групі дозволяє зменшити вірогідність обривів та підвищує інтенсивність сушіння та зменшує час цього процесу.

Перелік посилань:

1. Тут має бути посилання на минулі тези, але я не знаю де взяти це посилання
2. В. А. Чичаев, А. А. Васильев, И. А. Васильев и др. — М.: Лесная промсть, 1981. – 5 с.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						117
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Модернізація сушильної частини картоноробної машини

студент Грицюк Г. І., к.т.н., ст. викл. Новохат О. А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

galiagritsiuk@ukr.net

У сучасному світі склалася дуже погана екологічна ситуація. Це пов'язано з використанням великої кількості пластику і поліетилену, який розкладається дуже довго і наносить великої шкоди навколишньому середовищу. Тому більшість країн світу стає на шлях відмови від пластику і переходу на екологічно чистий папір і картон. У зв'язку з цим на них збільшується попит, а отже і обсяги виробництва цієї продукції. Тому виникає потреба удосконалення існуючих папероробних і картоноробних машин.

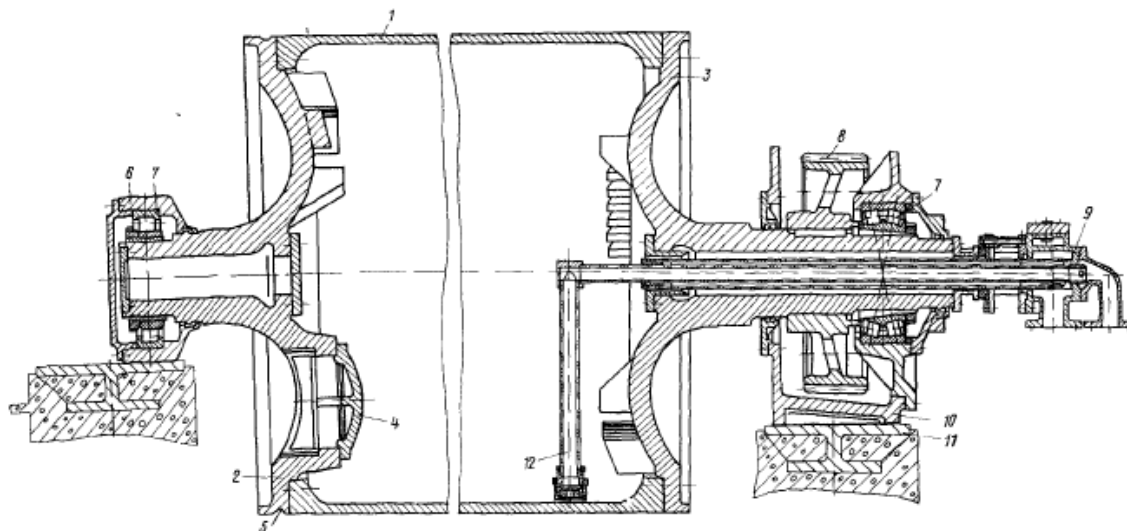
Сушіння картонного полотна вимагає великих енергетичних і масових затрат. Тому модернізація сушильної частини картоноробної машини є актуальною задачею на сьогодні.

Найпоширенішим методом сушіння картону є контактний на сушильних циліндрах (рисунок 1). Циліндри машин по конструкції одностінні. Виготовляються з високоміцного чавуну, легованого хромом і нікелем. Інколи для машин спеціального призначення застосовують двостінні циліндри.

До циліндра з торців прикріплені болтами кришки. Вони відлиті разом з пустотілими цапфами, якими циліндр опирається на підшипники.

Сушильні циліндри нагріваються грійною парою. На деяких машинах спеціального призначення застосовують електронагрів. Пуск пари і видалення конденсату відбувається з привідної сторони. Тому кожний циліндр забезпечений паровпускною головкою і пристроєм для видалення конденсату. Відвід конденсату з циліндра здійснюється завдяки сифонам або черпакам.

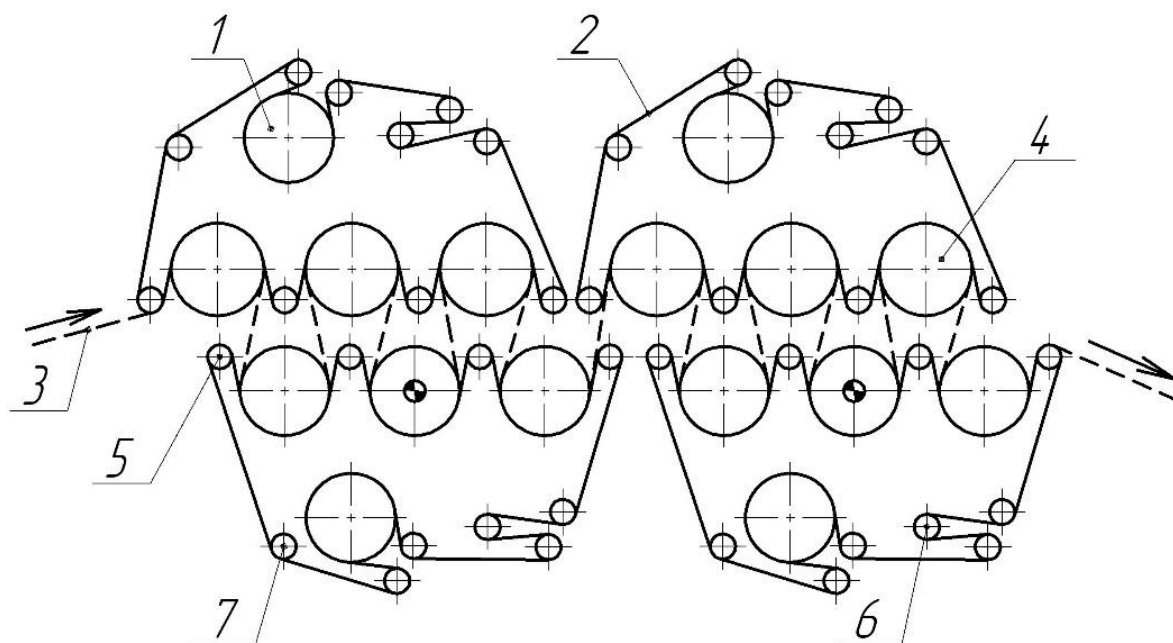
					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						118
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – циліндр; 2 – кришка лицьової сторони; 3 – кришка привідної сторони;
 4 – люк; 5 – канавка для канатиків; 6 – корпус підшипників; 7 – підшипники
 кочення; 8 – шестерня; 9 – паровпускна головка; 10 – станина привідної сторони;
 11 – фундаментна плита; 12 – нерухомий сифон.

Рисунок 1 – Сушильний циліндр

На картоноробних машинах застосовують різне компонування сушильних циліндрів. Найпоширенішим є двоярусне розміщення (рисунок 2).

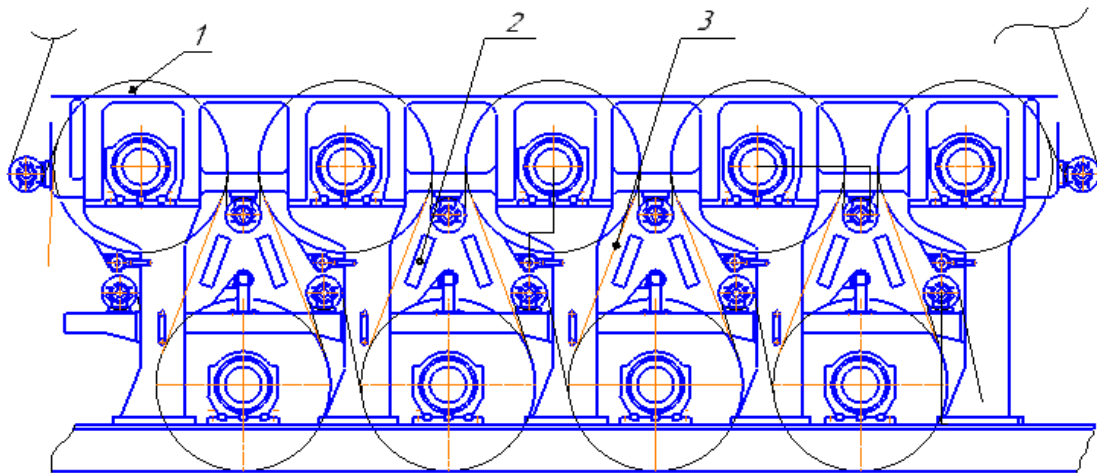


1 – сукносушильний циліндр; 2 – сукно або сітка; 3 – полотно; 4 – сушильний
 циліндр; 5 – сукноведучий валик; 6 – сукнонатяжний валик;
 7 – сукноправильний валик.

Рисунок 2 – Схема розташування циліндрів у сушильній частині машини

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		119

При контактному методі сушіння картонного полотна є велика витрата грійної пари. Для зменшення витрат доцільно застосовувати інші способи сушіння, наприклад радіаційний. Тому було прийнято рішення у сушильній частині між сушильними циліндрами встановити додаткові нагрівачі – інфрачервоні випромінювачі (ІЧВ). Схема сушильної частини з ІЧВ зображена на рисунку 3.



1 – сушильний циліндр; 2 – інфрачервоний випромінювач; 3 – картонне полотно.

Рисунок 3 – Схема сушильної частини з ІЧВ

Сушильна частина працює наступним чином. Картонне полотно після пресування подається на перший сушильний циліндр. Тут картон починає сушитися кондуктивним способом. Далі полотно за допомогою сукноведучих валів передається на наступний сушильний циліндр. Між верхніми і нижніми циліндрами на вільному пробігу встановлюється інфрачервоні випромінювачі, за допомогою яких полотно досушується радіаційним способом. Це дозволяє збільшити кінцеву сухість картонного полотна, зменшує час сушіння і, тим самим, зменшує кількість сушильних циліндрів. Зі зменшенням сушильних циліндрів зменшується і витрата пари. Зі збільшенням куту огинання картонним полотном сушильних циліндрів питомі енерговитрати зменшуються. [1]

Радіаційний спосіб сушіння має низькі матеріальні затрати на модернізацію. При комбінуванні радіаційного та контактного методу сушіння можна досягти більшої кінцевої сухості з меншими матеріальними витратами. Комбінування цих

методів сушіння картонного полотна дозволить збільшити кількість теплоти, що поглинається полотном, цим самим зменшиться час сушіння і, відповідно, кількість сушильних циліндрів. Це відбувається завдяки тому, що картон прогрівається одночасно з двох сторін. [2]

Встановлення ІЧВ більш доцільно в першій сушильній групі. Адже на початку сушіння вологе картонне полотно швидко нагрівається, що зменшить кількість сушильних циліндрів.[2] Крім того, великий вміст вологи в картонному полотні мінімізує можливість займання картонного полотна.

Отже, встановлення інфрачервоних випромінювачів в сушильній частині картоноробної машини має такі наслідки:

- зменшення часу сушіння;
- збільшення кількості поглинутої теплоти;
- зменшення кількості сушильних циліндрів;
- зменшення матеріальних витрат.

Перелік посилань:

1. Грицюк Г. І., Новохат О. А., Модернізація сушильної групи картоноробної машини. Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів: матеріали XXIV всеукр. наук.-практ. конф. студ., асп. і мол. вчен., м. Київ, 22-23 квітня. 2019р. Київ, 2019р. С. 46-47.
2. Новохат О. А. Процес сушіння флютингу із застосуванням енергії інфрачервоного випромінювання: монографія/О.А. Новохат В.М. Марчевський; КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018 – 39 с.

					ЛБ51.705441.001 ПЗ	Арк.
						121
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		